



LAUREA
AMMATTIKORKEAKOULU
Yhdessä enemmän

Hengitysharjoituslaite WellO2, tukimateriaali terveydenhuollon henkilöstölle

Brofeldt, Tuula & Reinikainen, Saara

2017 Laurea

Hengitysharjoituslaite WellO2, tukimateriaali terveyden- huollon henkilöstölle

Brofeldt Tuula
Reinikainen Saara
Hoitotyön koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Huhtikuu, 2017

Brofeldt Tuula & Reinikainen Saara

Hengitysharjoituslaite WellO2, tukimateriaali terveydenhuollon henkilöstölle

Vuosi	2017	Sivumäärä	40
-------	------	-----------	----

Marraskuussa 2016 markkinoille tuotu hyvinvointilaite, WellO2-hengitysharjoituslaite, on uusi patentoitu keksintö, josta ei ole tutkimustietoa vielä saatavilla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartuttaa tietoa menetelmistä, jotka ovat WellO2-laitteen perustana. Näitä ovat höyryhengitys ja vastapainepuhallus (PEP) sekä laitteen mahdollistama hengityslivasharjoittelu. Lisäksi tuodaan esille hengitysharjoittelun käyttö- ja vasta-aiheita yleisimpien hengityselimistön toimintaan vaikuttavien sairauksien osalta. Lähteinä on käytetty kotimaista ja kansainvälistä kirjallisuutta sekä tiedeartikkeleiden tutkimustuloksia. Hengitysfysiologian taustoittamiseksi opinnäytetyössä tarkastellaan myös hengityselimistön toimintoja.

Tämä opinnäytetyö on työelämälähtöinen ja toteutettiin yhteistyössä WellO2-laitteen valmistajan, Hapella Oy:n kanssa. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena oli laatia tukimateriaalia hengitysharjoituslaitteen käyttöaiheiden ohjauksen tueksi. Tukimateriaali on suunnattu terveydenhuollossa työskenteleville. Tietoperustan pohjalta syntyi opinnäytetyön produkti. Se on päivitettävissä oleva tiivis opaslehtinen, joka julkaistaan yrityksen internetsivuilla. Opaslehtistä voidaan käyttää WellO2-laitteen hengitysharjoittelun ohjauksessa ja sen avulla saa hyvän kuvan käyttöaiheiden kokonaisuudesta. Tukimateriaalin laatimista varten tehty kartoitustyö toi esille hyödyllistä tietoa työelämän yhteistyökumppanille.

Hengitysharjoittelu on tarkasteltujen menetelmien osalta osoittautunut turvalliseksi, kun varotoimista, kuten lääkityksistä huolehditaan. Hengitysharjoittelusta voivat hyötyä sekä terveet että yleisimmistä keuhkosairauksista ja muista hengityselimistöä heikentävistä sairauksista kärsivät. Erityisesti hengityslivasharjoittelulla on uusia käyttöaiheita. Sen avulla on mahdollista muun muassa edistää ahtauttavia keuhkosairauksia potevien toimintakykyä, parantaa terveiden iäkkäiden yskimisvoimaa sekä lisätä myös terveiden henkilöiden hengityslivashasten kapasiteettia ja näin auttaa liikuntasuorituksissa.

WellO2-laitteeseen liittyvää tutkimusta tarvitaan, jotta käyttäminen ja hyödyntäminen eri käyttäjäryhmillä olisi mahdollisimman tehokasta ja turvallista.

Asiasanat: hengityslivasharjoittelu, höyryhengitys, PEP, terveydenhuolto, WellO2

Brofeldt Tuula & Reinikainen Saara

Breathing exercise device WellO2, supporting material for health care

Year	2017	Pages	40
------	------	-------	----

In November 2016 WellO2 for respiratory training was introduced. It is innovative new wellbeing device and as such, no research data is available yet. The purpose of this Bachelor's Thesis was to introduce the underlying principles behind the WellO2 device. They are steam inhalation and positive expiratory pressure (PEP), or resistive breathing therapies as well as respiratory muscle training. In the case of most common illnesses, that affect the respiratory functions, there are indications and contraindications presented in the material. The data has been collected from Finnish and international literature as well as articles and analyses in scientific databases. It is vital to understand the role of respiratory physiology.

This thesis was carried out in cooperation with Hapella Oy, the manufacturer of the WellO2 device. The functional study was targeted to gather supporting material for people working in health care in assisting them in the most typical indications for respiratory training. Based on the literature review, the guiding information was squeezed into an updatable leaflet which will be published on the company's internet site. The leaflet is expected to give additional support when counselling. According to review it already seems to fulfil the requirement by giving good overall picture of the WellO2 idea. The search and studying for the supporting material produced valuable information for the company.

The key issue is that respiratory training and the methods behind the device are proven to be safe when the necessary precautions, as medication, are taken into consideration. Breathing exercising is beneficial for healthy and for people who suffer from the most common respiratory illnesses and illnesses that deteriorate the respiratory function. Especially the respiratory muscle training has potential e.g. in increasing the functional capacity in congestive lung diseases as well as improving cough function of elderly. It may help improving sports performance of healthy by strengthening the respiratory muscle capacity.

Seeking for the benefits of using the device, more research is needed to ensure the best possible safety and efficiency in different user groups of WellO2.

Keywords: respiratory muscle training, steam inhalation, PEP, health care, WellO2

Sisällys

1	Johdanto.....	6
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	7
2.1	Toiminnallinen opinnäytetyö.....	7
2.2	Aiheen rajaaminen.....	7
3	Hengityselimistö.....	9
3.1	Hengityselimistön rakenne ja toiminta.....	9
3.2	Hengitys (respiraatio) ja hengityksen mekaniikka.....	10
3.3	Hengityksen kemiallinen ja hermostollinen säätely	13
3.4	Hengityksen häiriintyminen	14
4	Hengitys- ja hengityslivasharjoittelu	16
4.1	Vastapainepuhallus eli PEP (positive expiratory pressure)	16
4.2	Höyryhengitys.....	18
4.3	Hengityslivashen harjoittaminen	19
4.4	Hengityslivasharjoittelun (RMT) vaikutuksia	21
4.5	Harjoittelun vasta-aiheita	24
5	Wello2-laite	24
5.1	Turvallisuus.....	26
5.2	Hengitysharjoittelu Wello2-laitteen avulla	26
6	Terveysten edistäminen ja terveysaineisto	27
7	Toiminnallisen opinnäytetyön toteutus	28
7.1	Tietoperustan kartoittaminen	28
7.2	Tukimateriaalin suunnittelu ja toteutus	29
8	Arviointi.....	30
8.1	Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	32
8.2	Jatkokehitys.....	32
	Kuviot.	37
	Liitteet.....	38

1 Johdanto

Hengityselimistön hyvä kunto ylläpitää työ- ja toimintakykyä. Tilapäiset hengityselimistön sairaudet sekä pitkään jatkuneet hengitystieoireet heikentävät elämänlaatua. Ne aiheuttavat myös välittömiä ja välillisiä kustannuksia. Hengitystiesairauksista yleisin on astma, jota sairastaa noin 10 % väestöstä. Astma ja allergiat, uniapnea sekä tupakoinnin aiheuttamat sairaudet, kuten keuhkosityöpä ja keuhkohtaumatauti (COPD) ovat kansanterveyden ja -talouden kannalta yhä ongelmallisempia. (Hengityслиitto 2016; Jantunen 2014.) Liikunta on luonnollinen tapa harjoittaa hengityselimistöä. Keuhkosairailla liikuntaharjoittelu ei paranna itse sairautta eikä vaikuta sen kulkuun, mutta edistää toimintakykyä ja elämisen laatua (Tikkanen 2011, 341). Keuhkosairaiden kuntoutustoiminta on osoittautunut terveystaloudellisesti hyödylliseksi ja liikuntaharjoittelua suositellaan osana fyysisen ja psyykkisen terveyden edistämistä ja ylläpitämistä (American Thoracic Society 2015).

Hengityselimistön terveyden tueksi on tullut uusi lääkkeetön kuntoutusmuoto. Hapella Oy on suomalainen hyvinvointiteknologia-alan yritys. Se on tuonut kuluttajamarkkinoille hengitysharjoituslaitteen, joka yhdistää kaksi perinteistä hengityselimistön hoitomenetelmää, vastapaine- tai vastuksellisen hengityksen sekä höyryhengityksen. Laitteen keksijä on itse pitkään kärsinyt astmasta ja saanut keksinnöstään apua hengityselimistön ongelmiin. WellO2-itsehoitolaite on patentoitu ja saatavilla kautta maan.

WellO2-hengitysharjoituslaite on täysin uudentyyppinen, joten aikaisempaa kokemusta juuri tämänkaltaisesta laitteesta ei ole olemassa. Myös terveydenhoidon kentällä tarvitaan lisää tietoa laitteen toimintaperiaatteista ja käyttötavoista. Hapella Oy on itse tuottanut käyttöohjeen laitteen loppukäyttäjille. Tukimateriaalia terveydenhuollossa työskenteleville ei vielä ole.

Opinnäytetyön aihe syntyi työelämän yhteistyökumppanin Hapella Oy:n tarpeesta. Tarkoituksena oli kartoittaa tietoa WellO2-laitteen perustana olevien menetelmien käytöstä hengitysharjoittelussa ja hengitysharjoittelun mahdollisuuksista terveyden edistämisessä. Tavoitteena oli laatia tukimateriaalia hengitysharjoituslaitteen käyttöaiheiden ohjauksen tueksi. Opinnäytetyön yhteydessä laadittu ohjeellinen koostettiin tutkimustiedon ja ohjaajilta saadun palautteen pohjalta. Ohjemateriaali on tarkoitettu terveysalalla työskentelevien käyttöön. Sähköinen ja päivitettävissä oleva dokumentti julkaistaan valmistajan tuotetukisivustolla.

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena kartoittaa ja kartuttaa tietoutta hengitysharjoittelusta ja sen mahdollisuuksista terveyden edistämisessä. Tavoitteena oli laatia materiaalia, joka on avuksi WellO2-itsehoitolaitteen käyttöaiheiden ohjaamisessa. Kohderyhmäksi oli määritelty terveydenhuollon henkilöstö. Opinnäytetyön aihe liittyi työelämään koulutuslalla ajankohtaisen ja uuden ilmiön parissa (vrt. Airaksinen 2009, 13).

”Kyseessä on täysin uudenlainen laite ja oikean ja turvallisen käytön ohjaaminen asiakkaalle on tärkeää. Vaikka WellO2 onkin tarkoitettu kotikäyttöiseksi laitteeksi, on tärkeää, että terveydenhuoltokentässä tuote ja sen mahdollisuudet tunnetaan hyvin”, oli toimeksiantajan viesti. Tehtävänä oli etsiä tietoa yleisimmistä tiloista ja sairauksista, joissa hengityselimistön harjoittamisesta on osoitettu tai oletetaan olevan hyötyä. Olennaista oli tuoda esille myös hengitysharjoittelun mahdollisia vasta-aiheita. Tavoitteena oli laatia kerätyn tiedon pohjalta tukimateriaalia, joka sijoitetaan toimeksiantajayrityksen tuotetukisivustolle. Internet-tukisivusto on tarkoitettu terveydenhuollossa työskenteleville, mikä tarkoittaa tässä yleisesti terveydenhuollon koulutuksen saaneita henkilöitä. Tukimateriaalin tarkoituksena on välittää ammattihenkilöille ajankohtaista tietoa tyypillisimmistä käyttö- ja vasta-aiheista, jotka voivat liittyä WellO2-hengitysharjoituslaitteen käyttämiseen.

2.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Toiminnallisella opinnäytetyöllä tavoitellaan muun muassa käytännön toimintojen ohjeistamista ammatillisessa kentässä. Se koostuu aina prosessin dokumentoinnista ja arvioinnista eli opinnäytetyöraportista sekä toiminnallisesta tuotoksesta eli produktista, joka voi olla esimerkiksi jonkin tapahtuman suunnittelu tai toteutus, ohje, opastus tai muu eri tavoin toteutettava tuotos kuten näyttely, kirja, video tai portfolio. Tietoperustan laatimisessa voidaan käyttää apuna mm. kirjallisuuskatsausta. (Airaksinen 2009, 6 - 11.)

2.2 Aiheen rajaaminen

Aiheen tarkentamista varten Hirsjärvi ym. (2007) kehottavat tutustumaan aiempaan aihetta käsittelevään kirjallisuuteen esimerkiksi katsaustyyppisten artikkelien avulla. Myös työn säädetty pituus tai käytettävissä oleva lähdemateriaali ja sen laatu vaikuttavat, kuinka laajasti ja syvällisesti aiheesta voi kirjoittaa (Hirsjärvi ym. 2007, 81 -3).

Tämä työ lähti liikkeelle tietokantahauista ja katsauksista, joista sai käsityksen termeistä ja lähdemateriaalin saatavuudesta. Aihetta lähestyttiin tieteellisen aineiston kautta, sillä haluttiin tietää, mitä tuore tutkimustieto kertoo hengitysharjoituslaitteen perustana olevista menetelmistä. Mitä on hengitys? Mitä hengitysharjoittelu tarkoittaa? Onko hengitysharjoittelulla vaikutuksia? Entä eri ikäryhmissä ja terveydentiloissa? Millaisia aiheita ja vasta-aiheita on ra-

portoitu? Onko hengitysharjoittelua ylipäänsä tutkittu? Tietoperustan muodostivat höyryhengitys, vastapainepuhallus (PEP), hengityslivasharjoittelu sekä hengitysfysiologia.

Toimeksiantajan näkemys oli, että ohjemateriaaliin tuli sisällyttää tietoa tavallisimmista hengityselinsairauksista sekä niistä yleisimmistä käyttäjäryhmistä, joille hengitysharjoituksilla saattoi olla vaikutusta. Päädyttiin etsimään tutkimusmateriaalia hengitysharjoittelun vaikutuksista yleisimmissä terveydentiloissa. Rajauksia tehtiin, jotta käytetty aika ja sivumäärät pysyisivät opinnäytetöille tavallisissa mittasuhteissa. Yhteistyössä toimeksiantajan kanssa sovittiin, että alan perustutkimuksia lukuun ottamatta tutkimusten tuli olla viiden tai enintään kymmenen vuoden sisällä toteutettuja. Uusin tieto oli kiinnostavinta, myös laitteet ovat edistyneet. THL:n hoitoteknologioiden arviointia (HTA) käsittelevä opas ohjeistaa, että satunnaisesti tutkittu tutkimus (randomized controlled trial, RCT) on luotettavin tietolähde, joten RCT-tutkimukset olivat etsinnöissä ensisijaisia (Mäkelä 2015). Perehtymisen nopeuttamiseksi luettiin vain englannin- ja suomenkielisiä artikkeleita. Materiaalia haettiin vain aikuisia käsittelevistä tutkimuksista, sillä yrityksen mukaan WellO2-laitteen tukimateriaali on tarkoitettu aikuisten ohjaamista varten.

Tutkimusviestinnässä on otettava huomioon kohderyhmä, kenelle kirjoitetaan. Tarjottavaa tietoa voi muotoilla ennakkotietojen ja tiedontarpeen perusteella. Henkilöt, jotka toimivat käytännön työssä ja hallitsevat alan perusteet tarvitsevat konkreettista, soveltamiskelpoista tietoa jäsennellysti ja kriittisesti. Tällöin viestinnän päätarkoituksena onkin Hirsjärven ym. (2007, 30) mukaan auttaminen eli ammattikunnan varustaminen käyttöön soveltuvalla tiedolla. Käsityksenä on, että WellO2-laitteen tehokas käyttö voi edellyttää ammattilaisten antamia ohjeita ja opastusta. Lisäksi on myös tiedostettava laitteen käyttöön liittyvät mahdolliset riskit ja niiden syyt, esimerkiksi akuuttien sairauksien vaikutus hengityslivasharjoitettavuuteen. Hengityksen fysiologian tunteminen on edellytyksenä WellO2 -laitteen turvallisen käytön ohjaamiselle, mitä toimeksiantajan edustajat painottivat keskusteluissa. Kuvattujen hengitysharjoittelumenetelmien vaikutukset tulevat fysiologiakertauksen myötä havainnollisemmiksi. Tukimateriaalin käyttäjäkuntaa ovat terveydenhuollossa työskentelevät henkilöt, joten he hallitsevat alan perusteet.

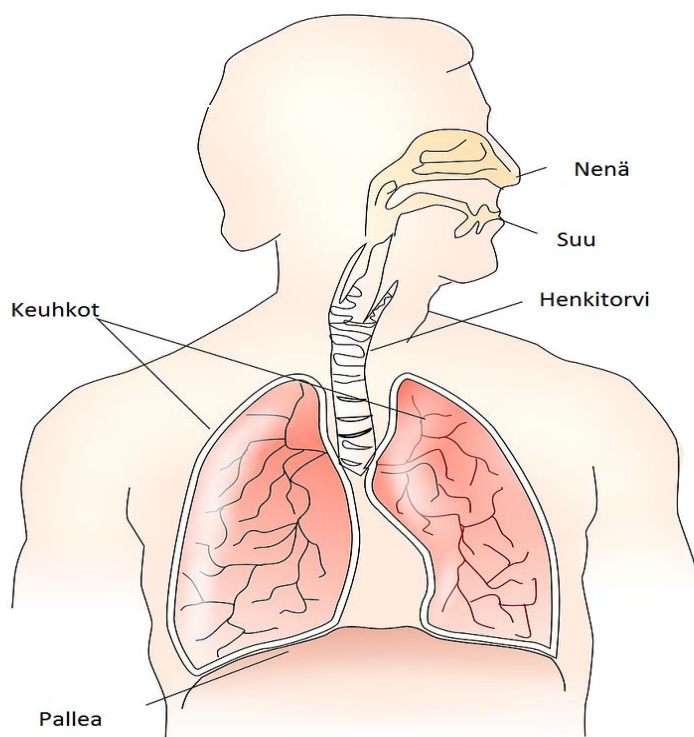
Lisäksi tarvittiin tietoa tukimateriaalin koostamista varten. Erityisesti etsittiin terveydenhuollon ohjausmateriaalia sekä käytettävyyttä käsittelevää aineistoa. Toimeksiantajataholle sopi dokumenttimuotoinen tuotos. Ottaen huomioon, että havainnoille annettu merkitys riippuu henkilön historiasta, toimintaympäristöstä ja kulttuurista (Sinkkonen, Kuoppala, Parkkinen & Vastamäki 2006, 80), niin pääpaino tiedonhaussa oli kotimaisessa ja kansainvälisessä, länsimaista viestintää käsittelevässä materiaalissa.

3 Hengityselimistö

Hengityselimistö toimittaa happea elimistön solujen energiatuotantoa varten ja kuljettaa hiidioksidia pois kehosta. Se osallistuu myös happo-emäs-tasapainon ylläpitoon. Hengitys on osa kommunikointia, hajuaistin toimintaa sekä auttaa puolustautumaan mikro-organismeja vastaan. (Sand, Sjaastad, Haug, Bjålie ja Toverud 2013.)

3.1 Hengityselimistön rakenne ja toiminta

Hengityselimistöön kuuluvat keuhkot, rintakehä, pallea sekä suun ja nenänielun alueet (kuvio 1). Hengitysteiden tehtäviä ovat hengitysilman kostuttaminen, lämmittäminen ja puhdistaminen. Ne sopeutuvat myös muihin tehtäviin, kuten nieleminen, puhuminen ja yskeminen. Ylähengitysteihin kuuluvat nenän, suun, nielun ja kurkunpään alueet. Alahengitysteihin kuuluvat henkitorvi, keuhkoputket ja ilmatiet, jotka johtavat alveoleihin eli keuhkorakkuloihin. (Sovi-järvi & Salorinne 2012, 55 - 6.)



Kuvio 1: Hengityselimistö

Henkitorven seinämissä on rustokudosta. Rusto tasaa paineenvaihtelujen aiheuttamia muutoksia. Ensimmäisiä haaroja, joissa ei ole rustoa kutsutaan bronkioleiksi. Bronkiolien seinämien sileää lihasta hermottaa autonominen hermosto, jonka avulla bronkiolien läpimittaa säädel-lään samaan tapaan kuten henkitorvessakin. (Sand ym. 2013, 357 - 9.) Vagushermon kautta

parasympaattisen hermoston säikeet hengitysteiden pinnalla välittävät hengitysteiden supistumis- ja limaneritysrauhasten reaktioita. Sympaattisten reseptorien aktivoituminen saa aikaan hengitysteiden laajentumisen. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 56.)

Keuhkot sijaitsevat rintaontelossa, jota ympäröivät kylkiluut, rintalasta, selkäranka sekä vatsa- ja rintaontelon erottava pallealihas. Hengitys ja tuuletus ovat riippuvaisia rintakehän ja siihen liittyvien kudosten ja luuston yhteistyössä aikaansaamasta pumppauksen tehokkuudesta. Minkä tahansa osa-alueen toimimattomuus voi vaikuttaa hengitykseen. (Chaitow, Bradley ja Gilbert 2014, 31 - 5; McConnell 2013, 9.)

3.2 Hengitys (respiraatio) ja hengityksen mekaniikka

Hengityksen vaiheita ovat *keuhkotuuletus* eli ventilaatio, *kaasujenvaihto* alveolien ilman ja veren välillä, *kaasujen kuljetus* veressä sekä kaasujenvaihto veren ja kudosten välillä. Solunsisäisessä hengityksessä orgaaniset molekyylit hapettuvat ja muodostuu ATP:tä, hiilidioksidia ja vettä. (Sand ym. 2013, 356.) Hapen (O₂) ja hiilidioksidin (CO₂) vaihto elimistön ja ympäristön välillä tapahtuu keuhkoissa laajan ja hyvin ohuen pinnan läpi. Jotta O₂ ja CO₂ pystyisivät liukenemaan keuhkojen pinnan nestekalvoon diffundoituakseen ilmasta vereen ja päinvastoin, on tärkeää, että pinta pysyy kosteana. (Sand ym. 2013, 335.)

Keuhkotuuletuksella eli ventilaatiolla tarkoitetaan ilman kulkua ulkoilman ja keuhkorakkuloiden välillä. Ilman paine-erot pyrkivät tasoittumaan (Sand ym. 2013, 362-3). Sisäänhengityksessä kylkiluut ja rintalasta liikkuvat ylös- ja ulospäin. Pallealihas supistuu ja vetäytyy alaspäin kasvattaen samalla rintaontelon tilavuutta. Rintaontelo laajenee, kun ilma virtaa syntyneen alipaineen vuoksi keuhkoihin. Levossa vain sisäänhengityslihakset ovat aktiivisia.

Uloshengitys tapahtuu tavallisesti passiivisesti, kun kimmovoimat palauttavat rintakehän ja keuhkot alkuperäiseen tilavuuteen. Pleuraontelossa, keuhkopussin ulomman ja sisemmän lehden välissä vallitsee levossa vähäinen alipaine. Maan painovoima vaikuttaa keuhkokudokseen ja sen sisältämään nesteeseen. Aiheutuva pleuratilan alipaine on pystyasennossa suurempi keuhkojen yläosan ympärillä. Paine-erot vaikuttavat alueelliseen toimintaan keuhkoissa. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 57.)

Ventilaatioon vaikuttavat useat tekijät. Hengitysteiden *virtausvastus* on normaalisti pieni. Virtausvastus suurenee, kun kuljettavan putken läpimitta pienenee. Suurin virtausvastus vallitsee keskisuurissa keuhkoputkihaaroissa. Pienimmissä keuhkoputkissa ja bronkioleissa virtausvastus on pieni. Astma ja keuhkoputkitulehdus voivat suurentaa virtausvastusta huomattavasti. (Sand ym. 2013, 257, 362-7.) Virtausvastus on sitä pienempi, mitä laminaarisempi, sujuvampi virtaus on. Virtausvastus on suuri, kun ilman virtaus on turbulenttia. Kun keuhkot ja hengitystiet ovat laajimmillaan, on virtausvastus pienimmillään. Virtausvastus kasvaa keuhkojen ja hengitysteiden puristuessa kasaan. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 59 - 60.)

Keuhkorakkuloiden sisäpinnan surfaktantti vähentää *pintajännitystä* hengityksen eri vaiheissa ja estää kokoonpainumistaipumusta alveoleissa ja hengitysteissä (Sovijärvi & Salorinne 2012, 58 - 59). Sympaattisen hermoston aktivoituminen pienentää virtausvastusta. *Hengitystyön* osuus levossa on noin 1 % energia-aineenvaihdunnasta. *Kimmovoimien* ja hengitysteiden vastusten voittaminen kuluttaa kovassa rasituksessa noin 10 % koko elimistön energia-aineenvaihdunnasta. (Sand ym. 2013, 365-6.)

Hengityslihakset sisään- ja uloshengityksessä. Hengityslihasten perusominaisuudet ovat samanlaiset kuin luustolihaksilla. Periaatteessa kaikki lihakset, jotka kiinnittyvät rintakehään voivat toimia hengityslihaksina. *Kylkivälilihakset* toimivat monivaiheisesti sisään- ja uloshengityksen aikana. Useassa kerroksessa kylkiluiden välissä sijaitsevat lihakset antavat tukea ja joustavuutta rintakehän liikkeille. *Vatsalihakset* osallistuvat hengitystoimintoihin säätelemällä vartalon asentoa sekä vatsaontelon painetta esimerkiksi yskiessä. Myös äänihuulia ja kurkunpäättä ohjaavat hengitystien lihakset osallistuvat hengityksen säätelyyn. (Chaitow ym. 2014, 35; McConnell 2013, 6,9.)

Pallea on tärkein *sisäänhengityksessä* käytettävä lihas vastaten 70 - 80 % sisäänhengitysvoimasta. Pallea supistuu kohti vatsaonteloa sisäänhengityksessä, rintaontelon tilavuus kasvaa ja samalla alimmat kylkiluut liikkuvat kylkivälilihasten ohjaamina ylös- ja eteenpäin. Pallean supistumista hermottaa palleahermo, joka lähtee kaularangasta (C3-C5). Kylkivälilihasten hermotus on lähtöisin rintarangasta (TH1-TH11). Rasituksessa apuhengityslihaksina käytetään myös kaulan ja yläselän alueen lihaksia, jotka nostavat rintakehän yläosaa ylemmäksi. Näiden hermotus lähtee kaularangan alueelta. (Chaitow ym. 2014, 35; McConnell 2013, 6 - 7.)

Sand ym. (2013) mukaan *uloshengitys* on levossa passiivista perustuen sisäänhengityslihasten veltostumiseen. Uloshengityksessä tärkeimpiä ovat vatsalihaskorsetin lihakset. Vatsalihasten supistuessa kylkiluita vedetään alaspäin, jolloin vatsaontelon paine kasvaa. McConnell (2013, 9) mainitsee, että suora-, poikittainen- sekä vinot vatsalihakset osallistuvat uloshengitykseen vasta rasituksessa tai tahdonalaisessa tai pakotetussa hengitysliikkeessä. Hänen mukaansa ilmatien kaventaminen (adduction) kurkunpään lihaksilla jarruttaa ja ennakoii uloshengityksen loppuvaihetta. Näin tapahtuu aktiivisesti kontrolloituna äännelessä. Viitaten Richardson ym. (1999) Chaitow ym. (2014, 35) mukaan vatsalihakset vaikuttavat uloshengityksen loppuosan säätelyyn jo rauhallisessa hengityksessä.

Hengitystilavuus levossa ja liikunnan aikana. Levossa aikuisen *kertahengitystilavuus* (TV) spirometrialla mitattuna on noin 500 ml, jonka jälkeen uloshengityslihaksilla keuhkoista voi puhalttaa ulos noin 1500 ml (uloshengityksen varatila). Tämänkin jälkeen keuhkoissa on vielä noin 1000 ml ilmaa (jäännöstilavuus). Rauhallisen maksimaalisen sisäänhengityksen jälkeen keuhkoihin mahtuisi noin 3000 ml ilmaa (sisäänhengityksen varatila). Tilavuuksia on kuvattu

kuviossa 1. Maksimaalisen sisäänhengityksen jälkeen ulospuhallettu ilmamäärä (vitaalikapasiteetti VC) ja erityisesti 1 sekunnin aikana puhallettu uloshengityksen sekuntikapasiteetti (FEV1) ovat kliinisesti merkitseviä arvoja kertoen hengitysteiden virtausvastuksesta. (Sand ym. 2013, 366-7.) Erilaiset mittaukset ja altistuskokeet kuvastavat hengityselimistön tilaa. Näitä on kuvattu liitteessä 1.

Levossa hengityksen *minuuttitulavuus* (hengitystaaajuus x kertahengitystilavuus) on aikuisilla keskimäärin 6 litraa. Maksimirasituksessa se voi nousta jopa yli 200 litraan. (Sand ym. 2013, 367). Levossa ja vähäisessä rasituksessa hengittäminen onnistuu nenän kautta. Kun ventilaatio saavuttaa tason 20 - 40 l/minuutissa on hengitettävä suun kautta. (Tikkanen 2011, 336.) Liikunnan aikana *alveolaarinen* ventilaatio voi kasvaa yli 85 %:n minuuttitulavuudesta, jolloin sisäänhengityksen varatila ja uloshengityksen varatila pienenevät ja vastaavasti TV nousee. TV tasoittuu n. 60 %:n tasolle vitalikapasiteetista (VC), jonka jälkeen hengitys kasvaa epäsuhtaisen määrän hengitysilmaa. Kukin henkilö kehittää oman tehokkaimman tapansa, jolla hengittävät tämän jälkeen. (McArdle ym. 2010, 264.)

Anatomiseksi kuolleeksi tilaksi kutsutaan sitä osaa hengitystiestä, mikä ei osallistu kaasujen vaihtoon. Tila on noin 150 ml. (Sand ym. 2013, 367). Kuolleen tilan vuoksi syntyy tehotonta ventilaatiota. Kertahengitysilmaasta hukkaan jäävää osaa kutsutaan *fysiologiseksi kuolleeksi tilaksi* (Sovijärvi & Salorinne 2012, 62). Ventilaatio-perfuusiosuhde kuvaa keuhkorakkulatuuletuksen ja verenkierron jakautumisen suhdetta. Levossa riittävä kaasujenvaihto tapahtuu, kun alveoliin virtaa noin 4,2 l ilmaa ja kapillaareihin 5 l verta minuutin aikana ($\Rightarrow 0,8$). Alveolien kaasujenvaihtokyky heikkenee, kun ventilaatio on pinta-alaan nähden riittämätöntä tai verenkierto jakautuu epätasaisesti. Fysiologisen kuolleen tilan osuus kasvaa erityisesti keuhkosairauksissa, kuten astma, keuhkolaajentuma eli emfyseema tai keuhkoembolia. (McArdle ym. 2010, 264.) Sairauksissa alveolit suurenevat ja repeilevät ja voivat täyttyä kudospainepaineesta, myös kapillaarit voivat tuhoutua ja välitilaan voi kertyä nestettä ja tulehdussoluja. (Tikkanen 2011, 334.)

Kaasujen vaihtuminen kudoksissa ja keuhkoissa. Happi ja hiilidioksidi sitoutuvat vereen eritavalla. Kudoksissa happi 99 % ja hiilidioksidi n. 20 %, kulkevat verenkierron mukana hemoglobiiniin sitoutuneena; soluihin siirtyy happea ja hiilidioksidia poistuu osapaine-eron mukaan. Valtimoissa hapen osapaine on 13 kPa ja kudoksissa se alenee 5 kPa:iin. Vastaavasti hiilidioksidin osapaine muuttuu vain viidestä kuuteen kPa:iin. (Sand ym. 2013, 371; Sovijärvi & Salorinne 2012, 55.) *Keuhkoissa* hengityksen kaasut vaihtuvat respiratoristen bronkiolien ja alveolien alueella ns. respiratorisissa pääteyksiköissä, joissa verisuonien muodostama verkkokasmainen verkosto ympäröi alveoleja. Kaasujen vaihtuminen tapahtuu alveolin ja kapillaarin välisen *osapaine-eron vuoksi*. Hapen osapaine muuttuu viidestä 13 kPa:iin ja hiilidioksidin kuudesta viiteen kPa:iin. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 55 - 57.) Huonosti hiilidioksidia poista-

van keuhkonosan toimintoa korvaa hyvin toimiva alue. Hapen siirtyminen ei lisäännä merkittävästi ventilaatiota lisäämällä (Sovijärvi & Salorinne 2012, 63). McArdle ym. (2010, 264) mukaan rasituksen aikana kasvava hengitystaajuus ja -syvyys lisäävät alveoliventilaatiota.

Keuhkoverenkierto. Sydämen oikea kammio pumpppaa verta keuhkovaltimoihin. Keuhkokapillaareista yhtyvät laskimot kuljettavat hapettunutta verta takaisin sydämeen. Keuhkoverenkierron verenpaine on huomattavasti systeemiverenkiertoa matalampi. Veri etenee keuhkoissa sydämen sykkeen mukaan. Veren määrä vaihtelee hengityksen tahdissa, kun rintakehän sisäinen paine vaihtelee. Keuhkoverenkierto toimii myös siivilänä ja pysäyttää liikkeelle lähenevät verihyytymät ja solurykelmät. Vaikka puolet verisuonistosta tukkeutuisi esimerkiksi embolian vuoksi, on keuhkoverenkierron *toimintareservi riittävä* huolehtimaan osuudestaan kaasujen vaihdunnassa. Veri jakautuu keuhkoissa hydrostaattisen paineen mukaan siten, että alaosissa kapillaarit ovat täysin auki ja ylhäällä lähes täysin sulkeutuneet. Verenkierto vaihtelee myös keuhkojen laajuusasteen mukaan. Kun sydämen minuuttitulavuus suurenee, avautuvat kapillaarit täydellisemmin kaikissa keuhkojen osissa. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 63 - 5.)

3.3 Hengityksen kemiallinen ja hermostollinen säätely

Hengityksen avulla pyritään siihen, että verenkierrossa säilyy happipitoisuus, joka riittää aerobiseen aineenvaihduntaan. Hiilidioksidin määrä ja happo-emästasapaino pidetään samalla solujen toiminnalle sopivana. Elimistössä aistitaankin hapen ja hiilidioksidin määrää jatkuvasti. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 66.) Hengitystä ohjaavat keskukset sijaitsevat aivojen primitiivisimmissä osissa ydinjatkeessa (Chaitow ym. 2014, 39).

Reseptorit aistivat O₂-pitoisuutta mm. kaulavaltimon keräsessä ja aortan kaaressa. Tieto välittyy keskushermostoon nervus glossopharyngeuksen, 9. aivohermon kautta. Veren H⁺-väkevyyttä ja CO₂-pitoisuutta aistitaan keskushermoston kemoreseptoreissa, joita on myös suurten valtimoiden alueilla. Perifeeriset reseptorit antavat tietoa keuhkojen, pallean ja rintakehän liikkeistä sekä hengityksen mekaniikkaan vaikuttavista tekijöistä hengityksen säätelyä varten. Venytys-, jänne-, ärsytys- sekä J-reseptorit, jotka aistivat esimerkiksi nestepainetta, välittävät tietoa hengityskeskukseen. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 66.)

Kaasujen vaihduntaa säädellään muuttamalla alveolaarista ventilaatiota vastaamaan metabolisia tarpeita. Mikäli valtimoveren *hiilidioksidipaine* kasvaa yli 6 kPa, hengityksen minuuttitulavuus lisääntyy jyrkästi, jotta normaali CO₂-pitoisuus palautuisi. pO₂ aleneminen suurentaa ventilaatiota vain vähän, kun pO₂ säilyy 8 kPa korkeampana. Bronkusten sileisiin lihaksiin välittyvät supistumiskäskyt kulkevat vagushermoston parasympaattisten säikeiden kautta. Sympaattinen hermosto ja verenkierron katekoliamiinit, kuten adrenaliini taas rentouttavat sileää lihaksistoa, jolloin hengitystiet laajenevat. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 66 - 7.) On ha-

vaittu (Snyder 1992) myös typpioksidin (NO) välittävän ns. NANC (nonadrenergic noncholinergic) -järjestelmän vaikutusta hengitysteiden laajentumisessa (Chaitow ym. 2014, 40).

Parasympaattisen ja sympaattisen järjestelmän välillä vallitsee tarkoituksenmukainen tasapaino, joka vaihtelee vuorokauden aikana. Levon aikana parasympaattisen hermoston toiminta voimistuu suhteellisesti. Astmapotilaan hengitystiet ovatkin usein ahtaimmillaan aamuyöllä johtuen keuhkoputkien sileän lihaksiston poikkeavasta supistumistaipumuksesta. Hengitysteiden ärsyttäminen aiheuttaa parasympaattisen reaktion lisäten bronkusrauhasen limantuotantoa. Ärsykeitä ovat mm. kylmä ilma, pölyt, toksiset aineet, mikrobit ja allergeenit. Fyysinen rasitus aiheuttaa sympaattisen hermoston aktivoitumisen saaden hengitystiet lievästi laajenemaan, jolloin ventilaatio voi kasvaa nopeammin. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 67.)

Hengityksen rytmin ja syvyyden voi määrätä aivojen tahdonalaisilla käskyillä tiettyyn rajaan asti. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 66.) Hengitysrytmi keskeytyy tahdonalaisesti, kun puhutaan, lauletaan tai puhalletaan esimerkiksi puhallinsoittimeen (Chaitow ym. 2014, 40).

3.4 Hengityksen häiriintyminen

Aiheen laajuuden vuoksi kuvataan seuraavaksi vain yleisimpiä hengityselimistön toimintaan vaikuttavia tiloja. Hengitystoiminnot voivat häiriintyä useista eri syistä johtuen. Näitä ovat ympäristötekijät, kuten ilmansaasteet, lämpötila ja kosteus. Biomekaaniset syyt, kuten rintarangan jäykkyys, hengityslihasten heikkous, pään tai selän huono ryhti tai kirurgisen leikkauksen aiheuttama virheasento. Biokemiallisia häiriötekijöitä ovat mm. tupakointi, allergiat, infektiot ja munuaisvaurion aiheuttama asidoosi. Myös psykologiset tekijät, kuten ahdistuneisuus ja masennus voivat aiheuttaa hengityksen häiriintymisen. Epätasapaino voi aiheutua useiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta tai Lumin (1994) mukaan on vain opittu tapa, johon on kuitenkin mahdollista vaikuttaa. (Chaitow ym. 2014, 24.)

Patologisia muutoksia. Hengitysteiden *ahtautuminen* rajoittaa ilman virtausta voimakkaassa uloshengityksessä ahtauttavissa sairauksissa, kuten astma ja COPD. Nopeassa uloshengityksessä vitaalikapasiteetti pienenee, kun osa alveoli-ilmasta poistuu hitaammin ahtautuneista keuhkoista jääden sulkeutuvien tai pysyvästi sulkeutuneiden ilmäteiden taakse (hyperinflaatio). Keuhkolaajentumassa taas keuhkorakkulat ja hengitystiet vaurioituvat ja keuhkokudoksen kimmoisuus vähenee. Keuhkoputken sisäinen paine alenee voimakkaasti nopeassa *uloshengityksessä*, jolloin hengitysteiden kollapsi tapahtuu herkästi. Sisäänhengityksessä ei virtaus rajoitu samoin, vaan rajoitus syntyy ekstratorakaalisten (keuhkojen ulkopuolisten) hengitysteiden alueella. Tyypillistä on, että ahtauttavissa sairauksissa hengitysilma jakautuu keuhkoissa epätasaisesti. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 68 - 9.) Epätaloudellisesta ventilaatiosta johtuen hengitystyön määrää joudutaan tällöin kasvattamaan (Tikkanen 2011, 340).

Hengenahdistus. Äärimmäisessä rasituksessa hengästyminen on luonnollista. Hengenahdistuksen *tuntemuksessa* on McConnellin (2013, 34) mukaan kolme päätekijää: voimakas ilman tarve, ponnistelu ja puristava tunne rinnassa. Jos ventilaatio on puutteellista rasiustasoon nähden, oire helpottaa vasta, kun häiriö on korjaantunut (Tikkanen 2011, 339). Sairauksista hengenahdistusta aiheuttavat tavallisimmin keuhkojen, verenkiertoelimistön, rintakehän, hengityselimistön, aineenvaihdunta- tai verisairaudet. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 74.) Kroonisesti sairast keuhkopotilaat välttelevät usein fyysistä rasitusta, sillä hengenahdistus ja heikentynyt rasituksen sieto ovat heille tavallisia oireita. Liikunnan puutteessa fyysinen suorituskyky heikkenee edelleen. Keuhkopotilaiden voi olla vaikea erottaa hengästymistä hengenahdistuksesta ja siksi monet pelkäävät hengästymistä. (Katajisto & Laitinen 2013, 466.)

Tunne hengenahdistuksesta voi syntyä epäsuhdasta hermoston viestien kesken, hengityskeskusten säätelyhäiriön tai sairauden aiheuttamasta lisääntyneestä hengitystyöstä johtuen. Hengitysteiden ahtautuminen ja keuhkojen elastisen palautumispaineen väheneminen aiheuttavat hengityksen *työmäärän* kasvua, mikä onkin tärkein hengenahdistuksen aiheuttaja astmaa, keuhkohtaumatautia (COPD) ja keuhkolaajentumaa sairastavilla. Lihavilla työmäärä kasvaa hengityksen mekaniikan vaikeutuessa, koska rintakehän ja pallean asennot ovat epäedullisia ja liikuteltava massa on kasvanut. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 75 - 7.)

Rasituksenaikaisen keuhkoventilaation osuuden lisääntyessä yli 70 %:n maksimaalisesta tahdonalaisesta ventilaatiokapasiteetista (MVV), alkaa terveellekin ilmaantua hengenahdistusta (Sovijärvi & Salorinne 2012, 75). Terveellä hengitysilhasten osuus hapenkulutuksesta on levoissa alle 5 % ja äärimmäisessä rasituksessa 10 - 15 %. Keuhkosairailta hengitystyön aiheuttama hapenkulutuksen osuus voi lisääntyä 20 prosenttiin (Tikkanen 2011, 339), tai Sovijärven ja Salorinteen (2012, 77) mukaan jopa 50 prosenttiin kokonaishapenkulutuksesta.

Hyperventilaatio, ylihengittäminen. Normaalisti hengitystaajuus ja -tilavuus vaihtelevat vastaten tunnetilojen ja fyysisen rasituksen tarpeita. Terveellä tavanomainen hengitystapa palautuu takaisin, kun ärsyke lakkaa. (Chaitow ym. 2014, 52.) Jos syvyys ja taajuus ylittävät kehon metabolian tarpeet, aiheutuu tästä hyperventilaatiota, jolloin hiilidioksidipaine valtimoveressä laskee alle normaalin. Useat elimelliset ja aineenvaihdunnalliset syyt voivat aiheuttaa hyperventiloitua. Astmassa keuhkoputkien supistuminen ärsytyksen seurauksena voi aiheuttaa hyperventilaatiota. *Hyperventilaatio-oireyhtymässä* ei tyypillisille oireille löydy orgaanista tai metabolista aiheuttajaa, vaan perussyynä on hermostollinen säätelyhäiriö. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 73.) Akuutissa hyperventilaatiokohtauksessa voi havaita syviä ja nopeita hengitysliikkeitä, joita kaulan ja rintakehän yläosan lihakset näkyvästi tehostavat. (Chaitow ym. 2014, 53.)

Hypoventilaatio, alihengittäminen. Alveoliventilaation vähentyessä valtimoveren hiilidioksidipaine nousee yli normaalin. Hypoventilaatiota aiheuttaa mikä tahansa sairaus, joka saa aikaan ventilaatiokapasiteetin vähenemisen. On sairauksia, joiden seurauksena potilas sopeutuu suurempaan CO₂-pitoisuuteen. Uniapneaoireyhtymässä esiintyy yöllistä hypoventilaatiota. (Sovijärvi & Salorinne 2012, 73.)

4 Hengitys- ja hengitysliaharjoittelu

Eri kulttuureissa käytetään erilaisia perinteisiä keinoja hengityksen helpottamiseksi. Tieteellisten tutkimusten toteuttaminen menetelmien tehokkuudesta on haastavaa, varsinkin kun satunnaisesti esiintyvät sairaudet parantuvat ajan kuluessa ilman hoitoakin. Tutkimuksia on kuitenkin tehty. Seuraavassa tutustutaan joihinkin kotikäytössä oleviin hengitystoimintojen apumenetelmiin sekä välineisiin, joissa näitä menetelmiä on hyödynnetty. Laitteiden pääasiallisena käyttötarkoituksena ovat limanpoisto, kostutus ja hengityksen tehostaminen sekä hengitysliaharjoittaminen. Liitteessä 1 on selitetty tavallisimpia hengitystoimintoja kuvaavia tutkimusmenetelmiä ja artikkelien yhteydessä käytettyjä lyhenteitä.

4.1 Vastapainepuhallus eli PEP (positive expiratory pressure)

PEP-puhallusta on käytetty jo useiden vuosikymmenten ajan COPD-kuntoutuksessa (Mestriener, Oliveira Fernandes, Steffen & Donadio 2009). Menetelmää käytetään myös sairaaloissa keuhko- ja neurologisilla potilailla sekä leikkausten yhteydessä. Komplikaatioiden ehkäisemiseksi ylävatsan alueen leikkausten jälkeen suositellaan syvähengitysharjoituksia tai varhaisesta mobilisaatiota (näytönaste A, vahva), PEP-puhallus on vaihtoehto (näytönaste B, kohtalainen) mainitaan Joanna Briggs Institute paras käytäntö -suosituksessa (Lizarondo 2017).

Eri PEP-laitteiden avulla voidaan tyhjentää ilmateitä, laajentaa keuhkotilavuutta tai vähentää hyperinflaatiota. Puhallustekniikka ja -menetelmä vaikuttavat paineen muodostumiseen, joten ohjeistus sekä harjoitusohjelmat ovat tapauskohtaisia. Painevastus on tyypillisesti 5 - 20 cmH₂O. Riskit ovat vähäiset, vain parantumaton ilmarinta on ehdoton vasta-aihe. Yskimiseen verrattuna, yli 200 cmH₂O (Leith 1968), paine muodostuu vähäiseksi. Menetelmistä ei ole raportoitu barotraumoja. COPD-potilaille on tutkimuksissa ilmaantunut vain harvoja ilmoitettuja haittoja, kuten hyperventilaation aiheuttama huimaus tai maskin epämukavuus. (Fagevik Olse'n, Lannefors & Westerdahl 2014.)

PEP-menetelmässä hengitetään suu- tai nenämaskin kautta ilmaa painetta vastaan. Puhaltaminen ylläpitää keuhkojen tilavuutta, jolloin eritteiden poistuminen ei esty ilmäteiden koon painumisen vuoksi. Ilmatiet avautuvat, ventilaation jakautuminen tasoittuu ja ilma työn-tyy rinnakkaiskanavien kautta liman taakse samalla puski-eritteitä keskeisempiä ilmäteitä kohti, josta ne voidaan yskiä pois. (Hough 1996, 136-7.)

Kotikäytössä voi puhaltaa ilmaa veteen upotetun letkun läpi. 1 litran pullossa (kuva 1) on 10 cm vettä ja letku on 50 - 70 cm pitkä sekä 7 - 10 mm halkaisijaltaan (Hengitä ja hengästy 2017). Mestriner ym. (2009) havaitsivat, että PEP-puhallusputken ja pullon ilma-aukon ollessa 8 mm tai yli sisähalkaisijaltaan, itse laite ei muodosta vesipatsaan lisäksi ylimääräistä painevastusta hengityselimistölle. Hengitystyö lisääntyy, kun paine muodostuu korkeammaksi.



Kuva 1: PEP-puhalluspullo (Hapella 2017b.)

Puhallusharjoituksessa rauhallisen, nenän kautta tapahtuvan sisäänhengityksen jälkeen puhalletaan ilmaa letkun kautta hieman normaalia uloshengitystä voimakkaammin ja pidempään. Kun vesi kuplii pullossa, on puhallusteho hyvä. Hengitysliiton ohjeen mukaan harjoituksessa toistetaan sisäänhengitys ja ulospuhallus 10 kertaa hengästymättä. Kertynyt lima yskitään tai hönkäistään pois. Sarja toistetaan 2 - 3 kertaa ja harjoituksen voi tehdä 3 - 4 kertaa päivässä. (Hengitä ja hengästy 2017.)

4.2 Höryhengitys

Liman poistamiseksi neuvotaan hengittämään lämmintä vesihöyryä, joka vähentää liman sitkeyttä, jolloin se nousee yskittäessä helpommin ylös. Kuiva limakalvo on herkkä vaurioille. Kylmyys, kuivuus ja ilman epäpuhtaudet aiheuttavat käheyttä ja vaikeuttavat äänentuottoa. (Hengityслиitto 2017.) Höryhengitys voi parantaa äänen akustisia ominaisuuksia suun kuivumisen jälkeen (Mahalingam & Boominathan 2016).

Hypertermia-tutkimuksista on aikanaan käynyt ilmi lämpötilan yhteys ylähengitystieinfektioihin. Tyrrell ym. (1989) osoittivat luonnollisessa potilasaineistossa, että 20 - 30 minuutin altistus 43 Celsius-asteen lämmölle vaikutti tavallisen flunssan taudinkulkuun myönteisesti. Puolella osallistujista se vähensi oireita. Laboratoriokokeissa osoittautui, että yleisin ylähengitysoireita aiheuttava rhinovirus (HRV) ei enää lisääntynyt, kun se altistettiin 20 minuutin ajaksi 45 Celsius-asteen lämpötilalle (Conti, De Marco, Mastromarino, Tomao & Santoro 1999). Cochrane-katsaus (2013) päivitti tilannetta höryhengityksen tehokkuudesta flunssan hoidossa. Aiemmin oli tietyllä vesihöyryä puhaltavalla laitteella saatu yksittäisissä tutkimuksissa joko lievästi positiivisia tai ei-havaittavia vaikutuksia flunssan alkuhoidossa. Tulokset eivät olleet riittävän selkeitä ja nykytilanteessa kustannustehokkaita, jotta menetelmää voitaisiin suositella. Oireiden pahenemista ei ollut tapahtunut. Pidempiaikaisessa käytössä haittavaikutuksina oli raportoitu lievää nenän tukkeutumista, ihon ärsytystä sekä lyhytaikaista huimausta. (Singh & Singh 2013.)

Höryhengitystä käytetään kotihoitomenetelmänä edelleen. Britanniassa tehtiin laaja käytännön perusterveydenhuollon tutkimus kroonisten ja uusiutuvien poskiontelotulehdusten hoitokeinojen tehokkuudesta. Tutkimuksissa havaittiin höryyn auttavan poskiontelotulehduksen päänsärkyoireisiin, muihin oireisiin sillä ei ollut merkittävää vaikutusta. Haittoja ei raportoitu muita keinoja enempää. Potilaita oli ohjeistettu hengittämään höyryä viiden minuutin ajan *kuuma vesi ja pyyhe* -menetelmällä. (Little ym. 2016.) Lyhyt hoitoaika (vrt. Conti ym. 1999) huomioiden menetelmä ei liene vaikuttanut itse taudinaiheuttajiin. Höryhengitystä ei terveydenhuollossa suositella aikuisten akuuttien poskiontelotulehdusten hoitokeinoksi (Fokkens ym. 2012).

Esimerkkejä hengitysharjoitusvälineistä. Markkinoilla on useita käsin kannateltavia hengitysharjoitteluun tarkoitettuja välineitä. Suukappaleen lisäksi laitteissa on erilaisia sisään- tai uloshengitysvälineitä vastusta säätäviä venttiilejä tai elementtejä. Vastapaine muodostuu esimerkiksi asetetun kynnsarvon kautta.

Laitetoimittajan internet-sivuston mukaan *SpiroTiger-hengitysharjoituslaitteilla* voidaan, laitteesta ja harjoitusohjelmasta riippuen, edistää hyvinvointia, kohentaa kuntoa sekä voimaa ja koordinaatiota. Laitteita voi käyttää myös kestävyysharjoitteluun. Käsikappaleessa on oh-

jaustoimintoja, mm. säädettävä vastus sekä venttiili ja hengityspussi. (SpriroTiger 2017.) Värisevä *Acapella PEP-hengitysterapiaharjoituslaitetta* käytetään keuhkojen tyhjennyshoitoon ja hengityksen tehostamiseen. Vastus on säädettävissä ja laitteen läpi voi hengittää. *Coach2-spirometrialaitteita* käytetään kannustamaan ottamaan hitaita, syviä henkäyksiä. Näin autetaan täyttämään ja elvyttämään lamaantuneita keuhkorakkuloita. Yksisuuntainen venttiili mahdollistaa vain sisäänhengityksen. (Steripolar 2017.)

Hengitystekniikka. Epätarkoituksenmukainen hengitystapa kuluttaa energiavaroja. Hengitystekniikan säätelyllä onkin tavoiteltu erilaisia vaikutuksia kehossa ja mielessä jo vuosituhansien ajan. Joogamenetelmissä keskitytään mm. hengityksen rytmin ja volyymin säätelyyn sekä hengityksen pidättämisen ja ilmäteiden hallintaan. (Telles & Singh 2014, 275 - 281.) Hengitystekniikka kohentuu myös ryhdin- ja asennonhallinnan avulla. Hengitystä voi tehostaa palleanhengityksellä ja lisäämällä rintakehän liikkuvuutta hengitysliikkeiden aikana. (Hengitä ja hengästy 2017.) Uloshengitysvaiheen pidentämisen tiedetään (Cappo & Holmes 1984 viitaten) rentouttavan kehoa (Chaitow ym. 2014, 47, 284).

4.3 Hengityslihasten harjoittaminen

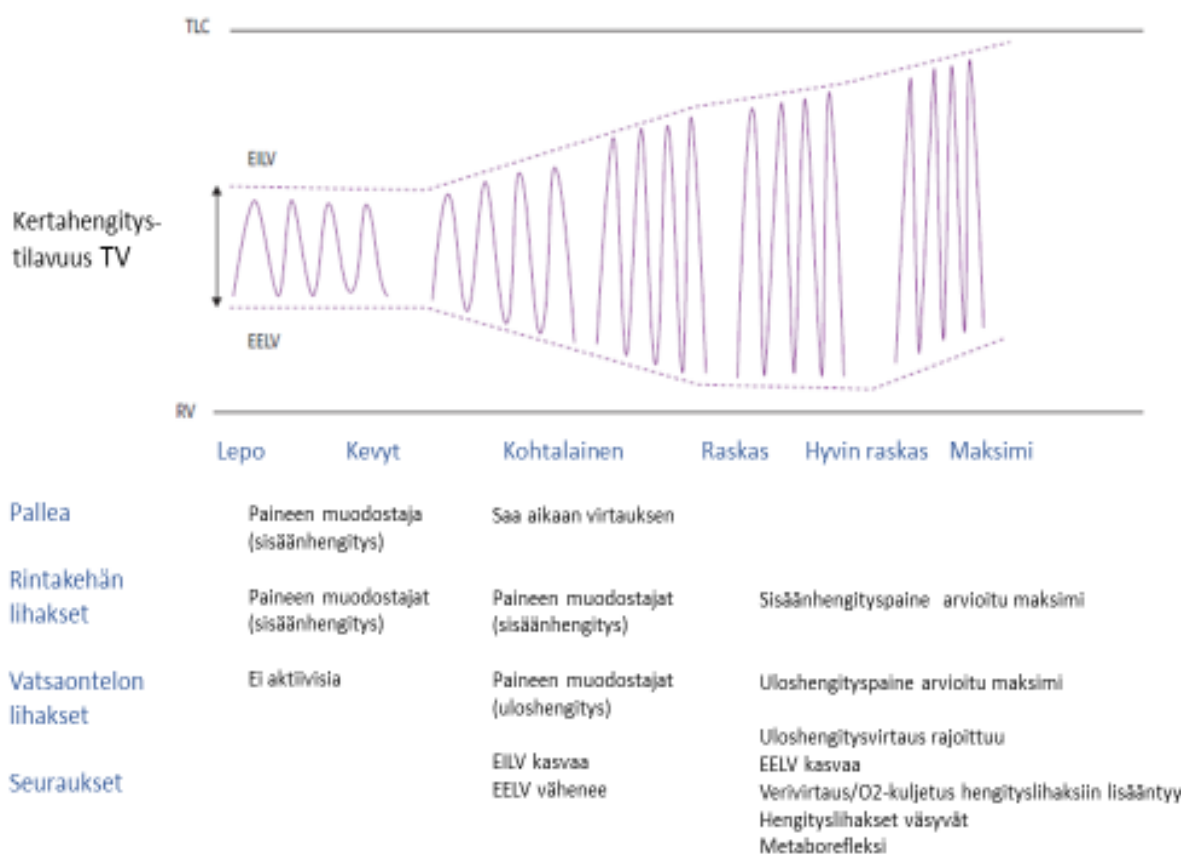
Työskentelevän lihaksen energia-aineenvaihdunta edellyttää tehokasta verenkiertoa ympäröivässä hiussuoniverkostossa ja lihassolujen energiankäyttöä rajoittaakin *verenkiertoelimistön* kyky kuljettaa happea lihaksiin (Sand ym. 2013.) Hengityslihasharjoitteluun pätevät pääosin samat periaatteet kuin muidenkin luustolihasharjoitteluun. Mikäli muutosta halutaan tapahtuvan, harjoittelun tulee kuormittaa lihasta ja/tai hermojärjestelmää, harjoitusärsyksen tulee kohdistua tiettyyn toimintoon ja muutos palautuu takaisin, jos kuormitus lopetetaan. Voimantuoton lisääntyminen edellyttää lihaksen nopeaa supistumista, jota luustolihashassoluissa säätelee somaattinen motorinen hermosto. Hengityslihasharjoittelu kohdistuu *poikkijuovaiseen* lihakseen. (McConnell 2013.)

Tikkasen (2011, 333-5) mukaan keuhkoventilaatio ei rajoita aerobista liikuntasuoritusta terveellä ihmisellä, mutta erittäin hyväkuntoisilla saattaa diffuusioajan lyhentyminen aiheuttaa rajoittumista raskaan liikunnan aikana. Työskentelevä lihas väsyä heikentyvän happiaineenvaihdunnan vuoksi. Ns. laktaattikynnystä, jonka jälkeen suorituskky väistämättä heikkenee rasituksen jatkuessa, voi harjoittelun avulla helposti nostaa. Tavanomainen 50 - 60 % maksimaalisesta hapenkäyttökäyttökyvystä (VO2max) voi kasvaa huippu-urheilijoilla jopa 90 % asti. (McConnell 2013, 49.)

Pallea ja sisäänhengityksestä vastaavat kylkivälilihakset kykenevät käyttämään happea ja vapauttamaan energiaa väsymättä pitkäänkin, sillä näiden soluista noin 80 % on hitaita ja kestäviä I- ja IIA-tyyppisiä. Uloshengityslihaksissa osuus on lähes 100 %. Pallean verenkierto on hyvin turvattu tiheään verisuoniston ansiosta. Aikaisemman käsityksen mukaan hengityslihakset

eivät rajoita liikuntakestävyyttä. Terveillä nuorilla urheilijoilla on kuitenkin havaittu myös liikunnan aiheuttamaa pallean uupumista. Hengityslihasten harjoitusvaikutuksena on todettu raajalihasten väsymisen siirtyvän tai viivästyvän ja näin suorituskky kohenee (McConnell 2013, 8 - 9, 106.) Metaborefleksissä lihaksen hapenpuute stimuloi keskushermostovälitteistä sympaattisen aktiivisuuden lisääntymistä ja lisää esimerkiksi työskentelevien raajojen lihasten väsyvyyttä (University of Mississippi Medical Center 2017).

Hengityslihakset sopeutuvat hyvin harjoitteluun ja kehittyvät kuten luustolihaksetkin. Luustolihaksesta poiketen parasta tulosta ei saavuteta maksimikuormalla eikä tilavuudella. Sisäänhengitysharjoittelussa terveillä harjoitusvaikutus on parempi, kun ei ylitetä 70 % MIP. (McConnell 2013, 156-7.) McConnell (2013) selittää, että vaikka paineentuottokyky on ääritiloissa suurin, niin sisäänhengityslihakset ovat heikoimmillaan, kun lähestytään TLC:tä. Kuviossa 2 on kuvattu hengitystilavuuksien ja -lihasten aktiivisuuden muutoksia rasituksessa.



Kuvio 2: Kertahengitystilavuus ja hengitystyö

Hengityslihastyö rasituksen aikana. TLC total lung capacity, EILV end-inspiratory lung volume, EELV end-expiratory lung volume, RV residual volume (mukailtu Aliverti 2016)

Harjoittelulaitteiden ja harjoittelun pääperiaatteet. Hengitysliaharjoituslaitteet pohjautuvat yksinkertaisimmillaan positiivisen uloshengityspaineen voittamiseen eli PEP-menetelmään. *Sisäänhengitysliaharjoittelua* (inspiratory muscle training, IMT) varten sisäänhengityksen virtausta vastustavissa laitteissa on kaksi päätyyppiä: 1) venttiilin muodostama kynnyspaine, jolloin suurin vastus on sisäänhengityksen alkuvaiheessa tai 2) säädettävä ilma-aukko, joka muodostaa jatkuvan vastuksen hengitysliikkeen loppuun asti. Harjoitus kohdistuu pallean sekä ulompiin kylkivälilihaksiin ja ylävartalon apuhengitysliaharjoitukseen. IMT voimaharjoittelu lisää myös sisäänhengitysliaharjoittelun kestävyttä. *Uloshengitysliaharjoittelun* (expiratory muscle training, EMT) laitteet perustuvat, kuten edellä, kynnyspaineen tai jatkuvaan vastuksen voittamiseen. Harjoitusvaikutus kohdistuu vatsalihaksiin ja sisempiin kylkivälilihaksiin. Uloshengitysliaharjoitukset ovat tärkeitä puheentuotossa ja ilmäteiden tyhjentämisessä, kuten yskimisessä. Joissakin laitemalleissa sisään- ja uloshengitysharjoittelun voi yhdistää. (Bausek, Berlin & Aldarondo 2016.)

Harjoitteluprotokollat eivät ole standardoituja. Tutkimuksissa on käytetty 15 - 75 % vastusta maksimaalisesta (ulos)hengityspaineesta, painevastus on ollut 15 - 125 cmH₂O. Ohjelmat vaihtelivat 15 minuutin päivittäisestä omarytmisestä harjoituksesta suurempaan vastukseen ja kolmesti viikossa tehtyihin intervalliharjoituksiin. (Laciuga, Rosenbeck, Davenport & Sapienza 2014). McConnellin (2013, 157) mukaan voima ja kestävyys kehittyvät, kun käytetään maksimaalista nopeutta ja vastus on 50 - 60 % maksimivoimasta.

4.4 Hengitysliaharjoittelun (RMT) vaikutuksia

Hengitysliaharjoittelu (respiratory muscle training, RMT) on osoittautunut varsin turvalliseksi liikuntamuodoksi. Myöskään liikuntakyky tai sääolosuhteet eivät ole rajoittavia tekijöitä. Kuntoa voi kohentaa useilla eri harjoitteluohjelmilla ja vastustasoilla. Tähänastisissa tutkimuksissa on käynyt ilmi, että mikään menetelmä ei ole ylivertainen. Henkilön perusominaisuudet, suoritustekniikka, peruskunto kuten myös sairaustilat vaikuttavat harjoitusvastukseen, kuten muussakin liikunnassa. Heikkokuntoiset hyötyvät enemmän hyväkuntoisiin verrattuna (vrt. Illi, Held, Frank & Spengler 2012). Seuraavassa esimerkkejä erilaisten interventtien tuloksista.

Hengitysliaharjoitetaan pääasiassa kestävyuden ja voiman lisäämiseksi; lisäksi hermostollista vaikutusta on havaittu esimerkiksi nielemisessä, yskintävoimassa ja äänenmuodostuksessa. *Kestävysharjoittelu* kohdistuu samalla sekä sisään- että uloshengitysliaharjoitukseen, koska näiden osuutta ei voi erottaa toisistaan. *Voimaharjoittelusta* on saatu eniten tutkimusnäyttöä IMT-interventioissa. Hyviä tuloksia on saatu sisään- ja uloshengitysharjoitusten yhdistelmällä. Terveillä ja hyväkuntoisilla maksimaalinen ulos- ja sisäänhengitys peräkkäisinä harjoitteina on joissain tutkimuksissa tuonut parempia tuloksia, kuin samassa keskeytymättömässä hengityssyklissä suoritettuna. Vaikka McConnell itse suosittelee harjoitusten eriyttämistä, viittaa hän

kuitenkin Watsford ja Murphyn (2008) tutkimukseen, jossa terveet iäkkäät saavuttivat keskeytymättömällä IMT+EMT-harjoittelulla 22 % MIP- ja 30 % MEP-kasvun kahdeksan viikon harjoittelun jälkeen. (McConnell 2013, 97 - 101.)

Illi ym. (2012) laatima systemaattinen katsaus ja meta-analyysi kertoo RMT:n parantavan *terveiden* henkilöiden suorituskykyä pitkäkestoisissa liikunnassa. Heikkokuntoiset hyötyivät enemmän kuin hyväkuntoiset, joilla kehitystä kuitenkin tapahtui. IMT-voimaharjoittelun ja EMT-kestävyysharjoittelun ero ei ollut merkittävä, mutta IMT + EMT -voimaharjoittelun yhdistelmä paransi huomattavasti enemmän suorituskykyä; IMT-voimaharjoitteluun verrattuna + 12,8 %. Suorituskyvyn kohentuminen tuli esille liikuntalajista riippumatta. Terveillä henkilöillä voima- tai kestävyysharjoittelumenetelmillä ei ole tuloksellisesti merkittävää eroa, mutta kehitystä arvioitaessa mittausmenetelmien valintaan tulee kiinnittää huomiota.

Terveillä koehenkilöillä myös nopea uloshengitys -harjoitus ilman vastapainetta lisäsi hengityslihasten maksimivoimaa merkittävästi. Harjoitus tehtiin PEF-laitteella kolmesti viikossa neljän viikon aikana. (Ishida Kuramoto, Ikeda & Watanabe 2016).

Ikääntyessä luustoli hasten tavoin myös hengityslihasten voimantuottokyky alenee. Uloshengityslihasten heikentyessä kyky yskiä tehokkaasti vaikeutuu. Terveillä iäkkäillä tapahtui jo neljän viikon aikana huomattava kasvu uloshengityksen maksimivoimassa sekä yskintävoimassa kapsaisiinitestillä mitattuna. Harjoitusohjelmassa vastus oli 75 % viikoittain mitatusta MEP:sta. Varotoimena yksi henkilö 18 osallistujasta jäi pois kokeellisesta tutkimuksesta hypertensioepäilyn vuoksi. (Kim, Davenport & Sapienza 2008.)

Cochrane-tietokannan katsaus IMT-interventioiden vaikutuksesta *astmaa* sairastavilla osoitti maksimaalisen sisäänhengityspaineen (myös P_{lmax}) kasvavan harjoittelun myötä merkittävästi, keskimäärin 13 cmH₂O. Suositamista tai kieltämistä ei voi tehdä tutkimusten heikkolaatuisuuden vuoksi. Haittatapahtumia ei oltu raportoitu. (Silva, Fregonezi, Dias, Ribeiro, Guerra & Ferreira 2013.) Astman Käypä hoito -suositustyöryhmän (2000) mukaan hengityslihasten harjoittamisella ja syvän palleahengityksen opettelulla voidaan vähentää astman oireita, lääkityksen sekä muun hoidon tarvetta. Näytönaste C (niukka tutkimusnäyttö). (Astma: Näytönastekatsaus, 2000.)

Neves ym. (2014) systemaattisen katsauksen mukaan EMT sekä yhdistetty EMT+IMT lisäävät hengityslihasten voimaa *keuhkohtaumapotilailla*. Haittavaikutuksia ei ollut ilmennyt. Tulosten perusteella sekä uloshengitys- että sisäänhengitys + uloshengitysharjoitus -menetelmiä suositellaan keuhkokuntoutuksen osaksi vaikeaa tai erittäin vaikeaa COPD-tautia sairastaville.

Sydämen vajaatoiminta (CHF) aiheuttaa muutoksia sydämessä, verisuonissa, autonomisessa hermostossa, luurankoliaksissa ja keuhkoissa. RMT on sopiva liikuntamuoto parantamaan suorituskykyä ja vähentämään oireita (Kiilavuori 2015). Toimintakyvyn kohentuminen ilmenee myös Lin, McElfresh, Hall, Bloom ja Farrell (2012) systemaattisessa katsauksessa. Esimerkkinä CHF (II ja III NYHA) sairastavat kokivat vähemmän hengenahdistusoireita tehtyään IMT-harjoittelua kotiloissa hoitaja-ohjatusti. RCT-tutkimuksessa oireet vähenivät (Borg-asteikolla) huomattavasti ja 12 viikon aikana sisäänhengitysvoima lisääntyi 75 % alkutilanteeseen verrattuna. Harjoitusvastus oli 30 % P_{lmax}. (Padula, Yeaw & Mistry 2009.)

Aivohalvauksen jälkeen kahden viikon kuluessa aloitettu IMT+EMT-harjoittelu kohensi merkittävästi sisään- ja uloshengityslihasten voimaa. Harjoitusvastus oli 30 % maksimihengityspainesta. Merkitseviä haittoja tai sivuvaikutuksia ei havaittu. Satunnaistetun kliinisen tutkimuksen mukaan lyhytaikainen harjoittelu voi kasvattaa hengityselinvoimaa aivohalvauspotilailla toipumisvaiheen aikana. Näytönaste II (I - IV asteikolla). (Messaggi-Sartor ym. 2015.)

Uloshengityselinvoimaharjoittelua käsitelleen laajan tutkimuskoosteen perusteella Laciuga ym. (2014) toteavat, että useat tutkimukset osoittivat positiivisia vaikutuksia uloshengityselinvoimaa edellyttävissä toiminnoissa, kuten yskeminen iäkkäillä sekä MS- ja Parkinson-potilailla. Myös nielemisen ja puheentuoton ominaisuudet voivat kohentua. Haitoista ei oltu raportoitu, mutta sydän- verisuonitautipotilaiden tai huomattavista keuhko-oireista ja hengenahdistuksesta kärsivien harjoittelua tulee tehdä harkiten, jotta oireet eivät pahene.

Äänenkäytön ja -muodostamisen apuna käytetään uloshengityksen ja uloshengityselinvoimaharjoittamista. Hengityksen säätelyä voi harjoitella kuten mitä tahansa motorista taitoa (Zweglic 2014, 211.) RCT-tutkimuksen mukaan uloshengityselinvoimaharjoittelu voi edistää ääniominaisuuksia ja -jaksamista äänenkäytön vaikeuksista kärsivillä äänityöläisillä (Tsai, Huang, Che, Yang & Liou 2015).

Uniapneasta kärsivillä viiden minuutin päivittäinen IMT voi auttaa parantamaan unenlaatua ja verenpainetasoja. RR (S/D -12/-5 mmHg) ja myös plasman katekoliamiiniarvot alenivat 6 viikon harjoittelulla. IMT on myös edullinen ja lääkkeetön vaihtoehto henkilöille, joille CPAP ei sovellu mainitsevat Vranish & Bailey (2016) RCT-tutkimusraportissaan.

Eteisvärinäpotilailla keuhkotoiminnot, hengityselinvoima ja toimintakyky (6MWT) voivat kohentua IMT-harjoittelun avulla. RCT:n 33 henkilön keski-ikä oli 66 v. Haittatapahtumia ei raportoitu. Tutkijoiden mukaan tämä oli ensimmäinen eteisvärinäpotilailla tehty RMT-tutkimus (Zeren, Demir, Yigit & Gurses 2015.)

Lihavilla RMT voi auttaa kohentamaan rasituskestävyyttä ja hengenahdistusoireita Edwards, Graham, Bloxham & Maguire (2016) RCT:n sekä Villiot-Danger, Villiot-Danger, Borel, Pépin, Wuyam & Vergès, (2010) tapaus-kontrollitutkimuksen perusteella.

4.5 Harjoittelun vasta-aiheita

Hengitysliaharjoittelu on lähtökohtaisesti turvallista. Teoreettinen riski paineenvaihtelun aiheuttamaan vammaan eli barotraumaan on kuitenkin olemassa, minkä vuoksi varovaisuutta on syytä noudattaa seuraavissa tiloissa: spontaani ilmarinta, vamman aiheuttama ilmarinta, mikä ei ole täysin parantunut, tärykalvon tila tai puhjennut tärykalvo, joka ei ole täysin parantunut sekä epävakaa astma (McConnell 2013, 151). Nopearytmisissä joogaharjoituksissa on havaittu vasta-aiheita, jos henkilöllä on hypertensio, sepelvaltimotauti, tuore vatsan- tai rintakehän alueen leikkaus tai epilepsia. Hyperventiloinnin vuoksi on olemassa paniikkikohtausriski niille alttiilla henkilöillä. (Telles & Singh 2014, 277.)

Kuumeisena on vältettävä raskasta liikuntaa sydänlihastulehdusriskin vuoksi. Raskasta hengitysliaharjoittelua on syytä välttää samoin periaattein kuin muutakin raskasta liikuntaa akuuttien tai selvittämättömien tautitilojen kohdalla (vrt. Liikunta-suositus: Käypä hoito -suositus, 2016). Kevyen tai kohtuukuormitteisen liikunnan voi aloittaa, kun on terve, oireeton tai pitkäaikaissairaus on hoitotasapainossa. Lääkärin arvio on tarpeen, jos on oireita, kuten selvittämätön rasituksessa tai levossa ilmenevä hengenahdistus tai rintakipu, selittämätön suorituskyvyn lasku, rasituksenaikaiset rytmihäiriöt (äkilliset tykytyskohtaukset, tajunnan häiriöt) tai huimaus rasituksessa. (Liikunta-suositus: Käypä hoito -suositus, 2016).

5 Wello2-laite

”WellO2 on joka kodin hyvinvointilaite, joka avaa ja kosteuttaa hengitysteitä sekä vahvistaa hengitysliaheksia. Laitteen käytöstä on hyötyä hengitysvaikeuksista tai pinnallisesta hengityksestä kärsiville, kuorsaajille, ikääntyneille, urheilijoille tai ammatikseen ääntään käyttäville henkilöille. WellO2 tarjoaa luonnollisen tavan helpottaa ja tehostaa hengitystä. Laitteen säädettävissä oleva vastusteinen ulos- ja sisäänhengitys vahvistaa hengitysliaheksia, avaa hengitysteitä ja edesauttaa laitteen tuottaman höyryn pääsyä syvemmälle keuhkoihin. Lämmin höyry kosteuttaa limakalvoja, auttaa irrottamaan limaa sekä vähentää tukkoisuutta. Säädettävä höyryn lämpö sekä hengitysvastus takaavat optimaaliset olosuhteet laitteella tehtävään hengitysharjoitteluun käyttäjästä riippumatta.” (Hapella 2016.)



- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. Vesimäärän ilmaisin | 8. Kansi |
| 2. WellO2-laite | 9. Puhdistuskori |
| 3. Ilmaletku | 10. Ilmastointiaukko |
| 4. Liitoscappale | 11. Käyttöpainikkeet |
| 5. Vastuksen säätörengas | 12. Kahva |
| 6. Hengityssäädin | 13. Virtajohto ja pistoke |
| 7. Suukappale | 14. Jalusta |

Kuva 2: WellO2-laite (Hapella 2017a)

WellO2-laite (kuva 2) on kokonaistilavuudeltaan noin 1,5 l kaksoiskorinen säiliö, johon laite-
taan 0,5 l puhdasta vesijohtovettä. Vesi lämmitetään laitteen sähkövastuksella haluttuun
lämpötilaan asti. Laitteeseen kiinnitetyn hengityssäätimen avulla voi säätää hengitysvastusta.
Tähän liitetyn suukappaleen kautta hengitetään ilmaa sisään ja ulos. Laitteeseen puhalletta-
essa säiliössä oleva vesi kuplii ja sisään hengitettäessä suukappaleesta tulee vesihöyryä. Lämpö-
mekanismi estää kuumentuneen veden siirtymisen hengitysteihin. Säiliössä olevan ilmas-
tointiaukon kautta laitteeseen pääsee huoneilmaa. Laitteen sisään jää käyttäjän hengitysil-
maa, jonka käyttäjä hengittää sisään hengitettäessä takaisin. Tämä pitää hiilidioksiditason
sopivana hengitysharjoittelun aikana, eikä siten altista hyperventilaatiolle. (Hapella 2017a.)

5.1 Turvallisuus

WellO2 on täysin lisäaineeton ja lääkkeetön hengitysharjoittelu- ja hoitomuoto. Kuumeisena suositellaan käytettävän vain laitteen PEP- ja höyryhengitys-, ei lihaskuntoharjoitteluominaisuutta. Akuutin hengitystieinfektion aikana, kun on yleisoireita; poikkeava väsymys, kuume ja laajat lihaskivut, on hengitysliehasharjoittelua järkevää välttää. Tällöin hengitysliehasharjoittelu voi olla lisäkuormitus elimistölle. Hengitystieinfektion oireita lievittämään voi höyryhengityksestä olla apua. Korkeampi hengitysilman lämpötila voi joillakin astmaatikoilla aiheuttaa keuhkoputkien supistumisreaktioita. (Hapella 2017b.)

Raskasta hengitysliehasharjoittelua on syytä välttää samoin periaattein kuin muutakin raskasta liikuntaa akuuttien tai selvittämättömien tautitilojen kohdalla (vrt. Liikunta-suositus: Käypä hoito -suositus, 2016). Kuumeisena on vältettävä raskasta liikuntaa sydänlihastulehdusriskin vuoksi. (Liikunta-suositus: Käypä hoito -suositus, 2016.) Hengitysliehasharjoittelun erityisiä *vasta-aiheita* ovat tuore spontaani ilmarinta, epätäydellisesti parantunut ilmarinta, tärykalvon sairaus, puhjennut tai epätäydellisesti parantunut tärykalvo sekä epätasapainossa oleva ahtauttava keuhkosairaus (McConnell 2013, 151).

Käyttäminen on kielletty ilman lääkärin ohjeita, jos henkilöllä on jokin seuraavista: krooninen keuhkosairaus, keuhkolaajentuma, ilmarinta, vakava sydänsairaus, vastikään sairastettu sydäninfarkti tai keuhkoveritulppa, vatsan, rintakehän tai selkärangan alueen valtimon pullistuma, vastikään tehty silmäkirurginen toimenpide (mm. kaihileikkaus) tai rintakehän tai vatsan alueen kirurginen toimenpide, epilepsia, nenän verenvuototaipumus tai raskaus (Hapella 2017c). Tavallisimpia WellO2-laitteen käyttöaiheita ja vasta-aiheita on esitetty liitteessä 2.

5.2 Hengitysharjoittelu WellO2-laitteen avulla

Kesällä 2016 arvioitiin hengitysharjoituslaitteen käytettävyyttä testin ja kyselylomakkeen avulla. Kolmenkymmenen henkilön kokemukset laitteesta olivat rohkaisevia. Hengitysharjoittelu oli helppoa ja laite koettiin hygieeniseksi sekä turvalliseksi käyttää. Lämpimän höyryn sisään hengittäminen toi useille koehenkilöille miellyttäviä tuntemuksia, ”höyry hiveli keuhkoja”. 12/30 koki tuntemuksia, joista sisäänhengityksen tai sen ajoittamisen vaikeus mainittiin useimmin. Merkitseviä PEF-muutoksia harjoite ei aiheuttanut. Laite sai käyttäjiltä yleisarvosanan 4,2 (asteikolla 1 - 5). Kysymykseen, voisiko käyttää laitetta uudelleen, 25/30 vastasi joko täysin tai miltei samaa mieltä (6-portainen asteikko).

Testihenkilöistä 15 oli miehiä ja 15 naisia, iältään he olivat 12 - 77 vuotiaita. Perusterveitä oli 17 ja 13:lla oli hengenahdistusta rasituksessa tai pölyjen aiheuttamana. Astmaa tai muita hengityselinsairauksia oli 13 henkilöllä. Kolmivaiheisen testin totuttelujakson jälkeen testin hengityssykkien toistomäärä oli: I-vaihe kolme, II-vaihe kolme ja III-vaihe viisi rauhallista (10

sekunnin uloshengitys ja 10 sekunnin sisäänhengitys laitteen kautta) hengityssykliä. Kaikista (I - III) tasoista 28/29(30) koehenkilöstä onnistui, välihengityksiä oli 3 - 6:lla, rasitustuntemus arvioitiin 0,5 - 7 (Borg 1-10). (Hapella 2017b.)

Laitteen kapasiteetti riittää valmistajan mukaan sekä heikkokuntoisten että urheilijoiden hengitysharjoitteluun. Voimaharjoittelulle WellO2-laitteella ei ole esteitä, mutta kestävyysharjoittelusta on toistaiseksi eniten käyttäjäkokemuksia. Rauhallinen hengitysfrekvenssi on koettu myönteisenä. Haittavaikutuksia ei ole toistaiseksi raportoitu lainkaan. (Hapella 2017b.) Opinnäytetyö ei ota kantaa harjoitteluohjelmiin. Interventioissa käytetyt harjoitteluprotokollat (vrt. kohta 4.3) ovat tutkimus- ja tapauskohtaisia, eikä niitä ole vakioitu.

6 Terveyden edistäminen ja terveystieteisto

Kaikessa terveystieteistössä tulisi lähtökohtana olla *terveyden edistäminen*, sekä käsitys terveyden edistämisen taustalla vaikuttavista arvoista ja hyödynnettävien teorioiden soveltuvuudesta. Terveystieteisto voi olla joko riski- tai voimavaroalähtöistä. Riskilähtöinen aineisto kohdentuu riskitekijään, sairauteen tai oireeseen, kun taas voimavaroalähtöinen aineisto pyrkii yhteisön tai yksilön voimavarojen vahvistumiseen ja tukemiseen. Voimavaroalähtöisyys on keskeisessä osassa terveyttä edistävässä aineistossa, ja sen laatuun panostamalla voidaan ihmisten terveyttä ja omavoimaistumista ylläpitää ja tukea. (Rouvinen-Wilenius 2008, 6.)

Terveyden edistämiseen on kaksi lähestymistapaa, preventiivinen ja promotiivinen. Promotiivista lähestymistapaa voidaan hyödyntää kaikissa elämäntilanteissa, ja tällöin aineisto pyrkii edistämään yksilöiden omavoimaistamista. Sairauden uhatessa tai ihmisen jo sairastuttua vahvistuu puolestaan preventiivinen näkökulma, jolloin keskiössä on muutosten aikaansaaminen, ja terveystieteistoista huomattava osa onkin kohdistettu sairastuneille ja riskiryhmille. Ihmisten arkielämään kuuluvien taitojen ja tietojen välittäminen on kuitenkin myös tärkeää, ja tällöin mahdollisuuksien esiintuominen ja terveyttä ylläpitävät elementit korostuvat. Voimavaroalähtöinen aineisto sisältääkin näkemyksen terveyden taustatekijöistä joihin on mahdollista vaikuttaa. (Rouvinen-Wilenius 2008, 6.)

Tämänhetkisen tiedon valossa pidetään tärkeänä, että terveyttä edistävä toiminta tähtää terveyden taustatekijöiden vahvistamiseen ja ylläpitämiseen, sillä niiden avulla voidaan vaikuttaa niin yksilön kuin yhteisöjenkin terveyteen. (Rouvinen-Wilenius 2008, 6.) Nämä taustatekijät ovat tärkeitä suojaavina tekijöinä, mutta voivat myös heikentää riskitekijöiden vaikutusta yksilöön toimien ikään kuin suodattimena. Terveyden edistäminen on keskeinen osa terveydenhoitajan työtä.

7 Toiminnallisen opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyön tavoitteena oli tukimateriaalin laatiminen kootun hengitysharjoittelua käsittelevän aineiston perusteella, joten opinnäytetyön toteuttamistavaksi valikoitui toiminnallinen opinnäytetyö (vrt. Airaksinen 2009, 6 - 8). Opinnäytetyön produktina eli toiminnallisena tuotoksena on WellO2-hengitysharjoituslaitteen käyttöaiheita sekä vasta-aiheita käsittelevä materiaali terveydenhuollon henkilöille laitteen käytön ohjaamisen tueksi. Työ toteutettiin yhdessä työelämän toimijan, Hapella Oy:n kanssa. Opinnäytetyön tuotoksena syntynyt ohjelehtinen (liite 2) tulee soveltuvilta osin yrityksen internet-sivustolle. Hapella Oy on itse tuottanut loppukäyttäjille suunnitellun käyttöohjeen. Tämä työ rajattiin koskemaan aikuisia käyttäjiä.

Työ toteutettiin useassa jaksossa talven 2016 - 2017 aikana. Periaatesopimus työstä oli tehty jo aiemmin. Työn valmistumiselle ei oltu yrityksen puolelta asetettu aikarajaa, mutta oma tavoite oli saada koko opinnäytetyöprosessi päätökseen kevään aikana. Opinnäytetyön tiedonhaku oli aloitettu keväällä 2016 tutustumalla aineistoon ja termeihin. Keskeytynyt kirjoitustyö käynnistyi loppusyksystä ennen WellO2-laitteen julkistamista marraskuussa 2016. Tämän jälkeen kirjoitustyön sisältöä ja etenemistä arvioitiin useita kertoja yhteistyössä toimeksiantajan edustajien kanssa sekä sähköpostitse että palavereissa. Arviointi on olennainen osa raportointia (Airaksinen 2009, 10). Ohjausta haettiin ja saatiin sekä oppilaitoksen että työyhteisön ohjaajilta. Tarkennuksia ja täsmennyksiä tehtiin ja asiantuntevia kommentteja käytettiin ilolla hyväksi työn suunnittelusta viimeistelyyn asti.

7.1 Tietoperustan kartoittaminen

Tietoperustan muodostivat höyryhengitys, vastapaine puhallus (PEP) ja hengityselinlihasharjoittelu sekä perusteet hengityksen fysiologiasta ja ohjausmateriaalista. WellO2-laitteen perustana olevien menetelmien osalta laadittiin pienimuotoinen tutkimus- ja kirjallisuuskatsaus. Tarkoituksena oli kartoittaa ja selvittää, oliko ja jos, niin mitä vaikutuksia ja haittavaikutuksia menetelmien yhteydessä eri-ikäisillä aikuisilla käyttäjäryhmillä oli raportoitu. Näitä tietoja koottiin ensin katsauksen muotoon tukimateriaalin laatimista varten. Toimeksiantajamme edellytti hengitysfysiologian perusteiden liittämistä työhön, sillä WellO2-laitteen toiminnot ovat välittömässä yhteydessä hengittämiseen. Harjoittelun vaikutukset avautuivat fysiologian hahmottamisen kautta paremmin ja materiaalin käyttökelpoisuuden arvioimisessa myös patofysiologian perusteet olivat avuksi.

Tavoitteena oli kerätä ajantasaista, viiden tai enintään kymmenen vuoden sisällä tuotettua tutkimusmateriaalia. Hengitysharjoittelun osa-alueista kaksi on perinteisempiä ja siten jo vuosikymmeniä käytännössä hyödyllisiksi koettuja. Höyryhengitystutkimukset kohdistuivat pääosin lapsiin. Laitteiden ja menetelmien kirjavuus vaikeutti vertailuja, mikä tuli esille myös PEP-menetelmän kohdalla. PEP on käytössä sairaalamaailmassa ja tutkimuksia oli toteutettu

myös viime aikoina. Hengitysliaharjoittelua on tutkittu enenevästi viime vuosina. Pääosa aineistosta on terveysalan tietokannoista ja hakusanoina käytettiin: hengitysharjoittelu, hengitysliaharjoittelu, höyryhengitys, PEP, vastapainepuhallus, steam inhalation therapy, positive expiratory pressure, PEP, resistive breathing, breathing exercise, respiratory, respiratory muscle training, inspiratory ja expiratory muscle training. Viitetietojen kautta löytyi lisää materiaalia ja tutkimuksia, joita haettiin kohdistetusti. Hauissa etsittiin menetelmiä käsitteleviä tutkimustuloksia, jotka liittyivät yleisimpiin hengitystoimintoihin vaikuttaviin sairauksiin. Ohjeistus ja siten myös tietoperusta oli rajattu koskemaan aikuisia.

Myönteisiä harjoitusvaikutuksia oli tutkimuksissa raportoitu laajasti. Yhtenäistä vertailulinjaa esimerkiksi kävelytestien (6MWT) tulosten merkitsevyydestä eri kuntoisten ja erilaisten potilasryhmien osalta ei pidetty kriteerinä tässä yhteydessä. Tulosten tulkinnessa jouduttiin luottamaan tutkijoiden esittämiin arvioihin tulosten merkitsevyydestä. Tässä katsauksessa kiinnostuksen kohteena olivat vaikutukset, kuten esimerkiksi koetut haitat tai poisjääntien selitykset, koehenkilöiden toimintakyvyn kohentuminen, hengitysliausten voimaa osoittavien tunnuslukujen paraneminen tai muun erityisen (esimerkiksi yskintävoima tai äänenkäyttö) osaluheen kehittyminen. Tuloksia kertyi väestössä yleisesti ilmenevistä sairauksista riittävästi tätä katsausta ajatellen, kun esille tuli useita samansuuntaisia johtopäätöksiä. Harvinaisempien (neurologisten) sairauksien osalta tutkimustuloksia ei käyty nyt läpi, vaikka otsikko olisi-kin ollut lupaava. Koska koehenkilöiden terveydentilat tai testiprotokollat eivät olleet vakioituja, niin eri laitetyyppien ja harjoittelumuotojen tulosten keskinäinen vertaileminen ei ollut mahdollista eikä tarpeellistakaan, joten ne jäivät tämän selvityksen ulkopuolelle.

7.2 Tukimateriaalin suunnittelu ja toteutus

Opinnäytetyöprosessin aikana tutustuttiin WellO2-laitteeseen yhdessä toimeksiantajan edustajan kanssa. Tukesin (2012, 2) mukaan hyvän käyttöohjeen laatimisen lähtökohtina ovat tuotteen teknisten ominaisuuksien sekä sen suunnitellun käyttötarkoituksen hyvä tunteminen. Ohjemateriaalin tarkoitus on luoda laitteen turvalliselle käyttämiselle perusta.

Tietoperustan kokoamisen jälkeen tukimateriaalin laatiminen jatkui luontevasti. Tuotos oli määrä tehdä jatkossa yrityksen taholta päivitettäväksi ja parhaiten tämä toteutui sähköisenä dokumenttina, joka luovutetaan toimeksiantajalle. Terveysthuollon henkilöstöä ajatellen tukimateriaali pyrittiin pitämään tiiviinä ja informatiivisena (Hirsjärvi ym. 2007, 80). Kaksisivuinen dokumentti (liite 2) esittää WellO2-hengitysharjoituslaitteen käyttöaiheita sekä vastaaiheita, jolloin käyttäminen on kielletty. Tällöin hengitysharjoittelun aloittamiseksi tai jatkamiseksi ohjataan lääkärin luo. (Hapella 2017b; Hapella 2017c; Liikunta-suositus: Käypä hoito -suositus, 2016; McConnell 2013, 151.) Luetteloa täydentää kaaviomuoto. Kaaviosta käyvät ilmi toimintaperiaatteet sekä mahdollisia harjoitteluvaikutuksia. On huomioitava, että dokumentti ei ole kattava luettelo vaan suuntaa antava tukimateriaali.

Suunnittelussa otettiin huomioon asioita, jotka ovat tuttuja käytettävyyden ja visuaalisuuden näkökulmista. Näitä ovat kontrasti, ryhmittely, tasaus ja toisto. Materiaalin tulee olla luettavissa sekä näytöltä että tulostettuna ja tulostettuna myös mustavalkoisena; kontrastin on oltava riittävä. Varoitusten on syytä tulla esille, vaikka tulostimen väri loppuisi. Kirjasinkoko tulisi olla riittävän suuri ja malli tuttu, kaksi kokoa yleensä riittää. Kapeahko palsta on havainnollinen, mutta asettelun olisi hyvä olla väljä ja marginaalit reilut. Tekstien ja elementtien tasaus sekä ryhmittely selkiyttävät havaitsemista. (Lammi 2009; Sinkkonen ym. 2006.)

Moniulotteisia tehosteita ei tarvita, mutta kontrasteilla voi korostaa asioita; värien tulisi erottua taustastaan ja tekstikoko vaihtua selkeästi. Kaikilla objekteilla tulee olla samanlainen tehoste, jos sellaista käyttää ja niiden käyttö tulee olla harkittua. Kuultu tai nähty tulisi olla yhdenmukainen välitettävän viestin sisällön kanssa. Erityisesti väreihin voi liittyä vahvoja kulttuurisia piirteitä. Länsimaissa väreihin liitettyjä viestejä ovat mm. sininen: rauhallisuus, tosi; vihreä: parantuminen, terveys; keltainen: huomio, varoitus; harmaa: rajoittavuus, vakavuus; punainen: vaara, seis. (Lammi 2009; Sinkkonen ym. 2006.) Värien korostamana materiaalin tekstialueiden on tarkoitus kertoa käyttöaiheista (vihreä) ja vaaroista (keltainen ja punainen). Saadussa palautteessa liikennevalojen värit koettiin havainnollisiksi ja nopeasti ymmärrettäviksi. Materiaalin voi tulostaa myös mustavalkoisena havaintoarvon kärsimättä.

8 Arviointi

Terveystieteiden tutkimuksessa menetelmä on vaikuttava, kun sen käyttäminen parantaa terveyttä. Luotettavinta tietoa vaikutuksista saa satunnaistetuista tutkimuksista (RCT), joissa on koe- sekä kontrolliryhmä ja hoidettavat sekä hoitajat sokkoutetaan hoidon tai menetelmän suhteen. Arvioinnissa otetaan huomioon hoidon tulokset, joista koehenkilöille tärkeimpiä ovat esimerkiksi toimintakyky, sairaalahoidon tarve, sivuvaikutukset tai elämänlaatu. (Mäkelä 2015.)

Kotimaisia tieteellisiä tutkimusartikkeleita hengitysharjoittelusta ei ole julkaistu viime aikoina. Muutama ammattikorkeakoulun opinnäytetyö on käsitellyt hengitysharjoittelun apuvälineitä ja ohjeistusta sekä erään hengitysharjoittelulaitteen käytön testaamista. Nyt valittujen tutkimusten otokset vaihtelivat meta-analyyseistä pieniin, mutta mielenkiintoisiin koeasetelmiin. Varsinkin haittavaikutusten raportoinnin puute näytti sulkevan joitain tuloksia pois katsauksista ja meta-analyyseistä, mikä ei liene tutkimusten tekijöillä tarkoituksena. Ilmeisesti haittoja ei ole tai niitä ei seurata, mutta turvallisuuden arviointi on tällöin hankalaa. Hengitysharjoittelun hyödyllisyys tuli kuitenkin esille riippumatta raportoinnin puutteista, jotka saattavat heikentää kootun materiaalin uskottavuutta samoin kuin kokeellisten tutkimusten otosten pieni henkilömäärä.

Tutkimusten mukaan hengitysharjoittelu on osoittautumassa varsin turvalliseksi tavaksi edistää terveyttä ja toimintakykyä. Samalla on kuitenkin huomioitava henkilön terveydentila ja

huolehdittava hoitotasapainosta lääkitys mukaan lukien. Höyryhengityksen osalta viimeaikainen tieteellinen tutkimus on ollut vähäistä. Hyödyllisyydestä on ristiriitaisia tuloksia, ei vähiten menetelmän palovammavaaran vuoksi. Kuuma vesi ja pyyhe -menetelmään verrattuna WellO2-laite on jo nyt turvallisuudeltaan eri tasolla. Tutkimustulokset kuitenkin tukevat käsitystä, että vesihöyryllä on myönteisiä vaikutuksia mm. äänentuottoon. Hengitysliharjoittelua sen sijaan tutkitaan yhä enemmän. Uusia käyttöaiheita tulee tutkimusnäytön myötä esille, kun hengityslihasten harjoittaminen on osoittautumassa hyödylliseksi ja elämänlaatua kohentavaksi myös aiemmin vasta-aiheisiksi oletetuissa sairaustiloissa. Hengitysharjoittelun hyödyt eivät siis rajoitu pelkästään hengityselinsairauksia poteviin.

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena kartoittaa tietoutta hengitysharjoittelusta ja sen mahdollisuuksista terveyden edistämisessä. Tavoitteena oli laatia materiaalia, joka on avuksi WellO2-itsehoitolaitteen käyttöaiheiden ohjaamisessa. Kohderyhmäksi oli määritelty terveydenhuollon henkilöstö. Opinnäytetyöprosessi toi esille kaivattua tuoretta tietoa hengitysharjoittelusta WellO2-laitteen menetelmien ja yleisimpien hengitystoimintoihin vaikuttavien tilojen osalta. Turvallisuusperiaatteet ja käyttöaiheet selkiytyivät tutkimusnäytön myötä. Myös yhteistyön harjoittaminen eri muodoissaan sekä tukimateriaalin kokoaminen onnistuivat, joten työlle asetetut tavoitteet täyttyivät.

Työn aihe oli terveydenhoitajan koulutuslalle sopiva ja ajankohtainen (vrt. Airaksinen 2009, 13). Uuden hengitysterveyttä edistävän laitteen toimintaperiaatteisiin perehtyminen vaikutti jo alun perin kiinnostavalta terveydenedistämisen näkökulmasta. Työ osoittautui monipuoliseksi ja ennakoitua monitahoisemmaksi haasteeksi. Saatavilla olevan, luotettavan tutkimusmateriaalin etsiminen tietopohjan kokoamista varten oli aikaa vievää, mutta mielenkiintoista. Myös eri tieteenalojen tutkimusten kriittinen lukutaito harjaantui työn edetessä. Aineiston hankinta tietoperustaa varten sujui siinä määrin, että alkuperäiset rajaukset olivat tarpeen pitämään työn mittasuhteissaan. Opinnäytetyöntekijöiden vahvuusaluetta ei ollut itse tukimateriaalin suunnittelu ja toteutus, missä koettiin pieniä haasteita, mutta pääpaino olikin tiedon oikeellisuudessa. Tuotos oli ensimmäinen laatuaan ja tulee jatkossa päivittymään.

Opaslehtisen tietoja voidaan hyödyntää WellO2-laitteen hengitysharjoittelun ohjauksessa. Materiaali on suuntaa antava, mikä tulee ottaa huomioon. Tekijät arvioivat, että vaikka materiaali on tiivis, siinä on koostettuna paljon tutkimuksiin perustuvaa tietoa ja uskovat sen olevan käyttökelpoinen, kun aihepiirin perustiedot ovat olemassa. Yhteistyökumppanilta saadun arvion mukaan tuotoksesta ”saa hyvän kuvan kokonaisuudesta helposti”. Opinnäytetyön esitelytilaisuudessa tuli lisäksi esille myönteisenä asiana hengitysfysiologian kuvaaminen. Se koettiin tarpeellisenä kertauksena alaa kauempaa seuranneille. Tukimateriaalin laatimista varten tehty kartoitustyö toi esille uutta ja hyödyllistä tietoa työelämän yhteistyökumppanille.

8.1 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Kartoitustyön kohteena ovat olleet eettisesti perustellut kysymykset ja turvallisuustekijät. Opinnäytetyössä on kunnioitettu alkuperäislähteitä ja tietolähteet on valittu ilman ennakkotasenteita (Leino-Kilpi & Välimäki 2008, 370). Työssä on käytetty mahdollisimman luotettavia, asiantuntevia sekä ajantasaisia lähdemateriaaleja, mihin myös Hirsjärvi ym. (2007, 109 - 110) edellyttävät kiinnitettävän huomiota. Internet-lähteiden alkuperään ja julkaisijatahon luotettavuuteen on paneuduttu. Materiaalit ovat muutamaa tietoista poikkeusta lukuun ottamatta alle 10 vuotta vanhoja. Asiasisältö nojaa kirjallisuuden lisäksi tuoreisiin kansainvälisiin tieteellisiin tutkimusjulkaisuihin koostuen suurelta osin meta-analyyseistä ja RCT-tutkimuksista. Vaikuttavuuden ja turvallisuuden arvioinnissa RCT-tutkimukset ovat luotettavinta aineistoa (Mäkelä 2015).

Hyödyt ja haitat on pyritty esittelemään tasapuolisesti, kuten myös aineistot, joita on tarkasteltu kriittisesti; esimerkiksi laitevalmistajien vaikutusta on pohdittu. Tiedonhankinnassa on siten sovellettu eettisesti kestäviä tiedonhankintamenetelmiä. Opinnäytetyössä on noudatettu rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta tutkimusmateriaalien ja tulosten arvioimisessa sekä esittämisessä. Työn julkaisemisesta ja tuotoksen luovuttamisesta toimeksiantajalle on sovittu asianmukaisesti ennen opinnäytetyön aloittamista. (Hyvä tieteellinen käytäntö 2012-2014.)

8.2 Jatkokehitys

On mielenkiintoista seurata, millaisen vastaanoton WellO2-laite saa. Aikaisempaa tutkimustietoa ei ole olemassa ja jatkossa sitä tarvitaan. Sydämen vajaatoiminnan kuntoutuksessa on jo näyttöä hengitysharjoittelun hyödyistä. Kiinnostavaa on, kuinka tämän laitteen eri ominaisuudet, kuten lämmin vesihöyry sekä hengityslivasharjoittelu yhdessä vaikuttavat hengityselinsairaiden lisäksi sydän- ja verisuonitauteja potevien toimintakykyyn. Aktiiviliikkuja voisi haluta tietää, voiko sama laite todellakin lisätä sekä terveitä harjoituspäiviä että suorituskykyä. Seuraavaksi on vuorossa ohjelehtisen käyttökelpoisuuden arviointi käytännön työssä.

Lähteet

Aliverti, A. Physiology masterclass: The respiratory muscles during exercise. *Breathe* 2016; 12: 65-168.

American Thoracic Society. 2015. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Policy Statement: Enhancing Implementation, Use, and Delivery of Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 192(11):1373-1386.

Chaitow, L., Gilbert, C. ja Bradley, D. 2014. Recognizing and Treating Breathing Disorders - A Multidisciplinary Approach. 2. painos. Churchill Livingstone.

Conti, C., De Marco A., Mastromarino, P. Tomao, P. ja Santoro G. 1999. Antiviral Effect of Hyperthermic Treatment in Rhinovirus Infection. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 1999; 43(4):822-829.

Edwards, AM., Graham, D., Bloxham, S. ja Maguire, GP. 2016. Efficacy of inspiratory muscle training as a practical and minimally intrusive technique to aid functional fitness among adults with obesity. *Respir Physiol Neurobiol* 2016;234:85-88.

Fagevik Olse'n, M., Lannefors, L. ja Westerdahl, E. 2014. Positive expiratory pressure - Common clinical applications and physiological effects. *J R Med* 2015;109(3):297-307.

Fokkens, WJ., Lund, VJ., Mullol, J., Bachert, C., Alobid, I., Baroody, F. ym. 2012. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps. *Rhinol Suppl* 2012;(23):1-298.

Hapella. 2016. WellO2-käyttöohje.

Hirsjärvi, S., Remes, P. ja Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. osin uudistettu painos. Keuruu: Otava.

Hough, A. 1996. Physiotherapy in Respiratory Care. 2. painos. UK: Chapman & Hall.

Illi, S., Held, U., Frank, I. ja Spengler, C. 2012. Effect of Respiratory Muscle Training on Exercise Performance in Healthy Individuals - A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* 2012;42(8):707-724.

Ishida, H., Kuramoto, Y., Ikeda, D. ja Watanabe, S. 2016. Effects of fast expiration exercises without pressure on the respiratory muscle strength of healthy subjects. *J Phys Ther Sci* 2016; 28(10):2759-2762.

Katajisto, M. ja Laitinen, T. 2013. Keuhkoputkaan kuntoutus. Teoksessa Kaarteenaho, R., Brander, P., Halme, M. ja Kinnula, V. (toim.) Keuhkosairaudet - Diagnostiikka ja hoito. Helsinki: Duodecim.

Kiilavuori, K. 2015. Liikunta sydämen vajaatoiminnan hoidossa. Katsaus. *Suomen lääkirilehti* 2015;70(36):2242-2245.

Kim, J, Davenport, P. ja Sapienza, C. 2008. Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. *Arch Gerontol Geriatr* 2009;48(3):361-366.

Laciuga, H., Rosenbeck, J., Davenport, P. ja Sapienza, C. 2014. Functional outcomes associated with expiratory muscle strength training: Narrative review. *JRRD* 2014;51(4):535-546.

Lammi, O. 2009. Vaikuta visuaalisesti! Laadi selkeä esitys. WSOYpro.

Leino-Kilpi, H. ja Välimäki, M. 2010. Etiikka hoitotyössä. 5. - 6. painos. WSOYpro.

- Lin, S.J., McElfresh, J., Hall, B., Bloom, R. ja Farrell, K. 2012. Inspiratory muscle training is beneficial for improving respiratory muscle strength, functional capacity, and dyspnea in patients with stable heart failure and respiratory muscle weakness - Inspiratory Muscle Training in Patients with Heart Failure: A Systematic Review. *Cardiopulm Phys Ther J* 2012;23(3).
- Little, P., Stuart, B., Mullee, M., Thomas, T., Johnson, S., Leydon, G., Rabago, D., Richards-Hall, S., Williamson, I., Yao, G., Raftery, J., Zhu, S. ja Moore, M. 2016. Effectiveness of steam inhalation and nasal irrigation for chronic or recurrent sinus symptoms in primary care: a pragmatic randomized controlled trial. *CMAJ* 2016;188(13).
- Lizarondo, L. 2017. Upper Abdominal Surgery: Physical Therapy. The Joanna Briggs Institute.
- Mahalingam, S. ja Boominathan, P. 2016. Effects of steam inhalation on voice quality-related acoustic measures. *Laryngoscope* 2016;126(10):2305-9.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. ja Katch, V.L. 2010 *Exercise Physiology - Nutrition, energy and human performance*. 7. painos. Lippincott Williams & Wilkins.
- McConnell, A. 2013. *Respiratory Muscle Training - Theory and Practice*. Churchill-Livingstone.
- Messaggi-Sartor, M., Guillen-Sola, A., Depolo, M., Duarte, E., Rodriguez, D.A., Barrera, M.C., Barreiro, E., Escalada, F., Orozco-Levi, M. ja Marco, E. 2015. Inspiratory and expiratory muscle training in subacute stroke: A randomized clinical trial. *Neurology* 2015;85(7):564-72.
- Mestriner, R.G., Oliveira Fernandes, R., Steffen, L.C. ja Donadio, M. 2009. Optimum Design Parameters for a Therapist-Constructed Positive-Expiratory-Pressure Therapy Bottle Device. *Respir Care* 2009;54(4):504 -508.
- Neves, L.F., Reis, M.H., Plentz, D., Matte, D.L., Coronel, C.C. ja Sbruzzi, G. 2014. Expiratory and Expiratory Plus Inspiratory Muscle Training Improves Respiratory Muscle Strength in Subjects With COPD: Systematic Review. *Respir Care* 2014;59(9):1381-1388.
- Padula, C.A., Yeaw, E. ja Mistry, S. 2009. A home-based nurse-coached inspiratory muscle training intervention in heart failure. *Appl Nurs Res* 2009;22(1):18-25.
- Piirilä, P. 2013. Keuhkojen toiminnan tutkiminen. Teoksessa Kaarteenaho, R., Brander, P., Halme, M. ja Kinnula, V. (toim.) *Keuhkosairaudet - Diagnostiikka ja hoito*. Helsinki: Duodecim.
- Sand, O., Sjaastad, Ö.V., Haug, E., Bjälle, J.G. ja Toverud, K.C. 2013. Ihminen - Fysiologia ja anatomia. 8.-10. painos. Helsinki: Sanoma Pro.
- Silva, I.S., Fregonezi, G.A.F., Dias, F.A.L., Ribeiro, C.T.D., Guerra, R.O. ja Ferreira, G.M.H. 2013. Inspiratory muscle training for asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue 9.
- Singh, M. ja Singh, M. 2013. Heated, humidified air for the common cold. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue 6.
- Sinkkonen, I., Kuoppala, H., Parkkinen, J. ja Vastamäki, R. 2006. *Käytettävyyden psykologia*. 3. uudistettu painos. Helsinki: Edita.
- Sovijärvi, A. ja Piirilä, P. 2012. Ventilaatiokyvyn ja keuhkotilavuuksien mittaukset. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V. ja Vanninen, E. (toim.) *Kliinisen fysiologian perusteet*. Helsinki: Duodecim.

Sovijärvi, A. ja Salorinne, Y. 2012. Hengityselimistön fysiologiaa ja patofysiologiaa. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V. ja Vanninen, E. (toim.) Kliinisen fysiologian perusteet. Helsinki: Duodecim.

Telles, S. ja Singh, N. 2014. A review of the use of yoga in breathing disorders. Teoksessa Chaitow, L., Gilbert, C. ja Bradley, D. Recognizing and Treating Breathing Disorders - A Multidisciplinary Approach. 2. painos. Churchill Livingstone.

Tikkanen, H. 2011. Keuhkosairaudet ja liikunta. Teoksessa Vuori, I. (toim.) Liikuntalääketiede. Helsinki: Duodecim.

Tsai, YC., Huang, SW., Che, WC., Huang, YC. ja Liou, TH. 2015. The Effects of Expiratory Muscle Strength Training on Voice and Associated Factors in Medical Professionals With Voice Disorders. J Voice 2015;30(6):759.21-759.27.

Villiot-Danger, JC., Villiot-Danger, E., Borel, JC., Pépin, JL., Wuyam, B. ja Vergès, S. 2011. Respiratory muscle endurance training in obese patients. Int J Obes 2011;35:692-699.

Vranish, JR. ja Bailey, EF. 2016. Inspiratory muscle training improves sleep and mitigates cardiovascular dysfunction in obstructive sleep apnea. Sleep 2016;39(6):1179-1185.

Zweglic, EA. 2014. Speech and singing. Teoksessa Chaitow, L., Gilbert, C. ja Bradley, D. Recognizing and Treating Breathing Disorders - A Multidisciplinary Approach. 2. painos. Churchill Livingstone.

Zeren, M., Demir, R., Yigit, Z. ja Gurses, HN. 2015. Effects of inspiratory muscle training on pulmonary function, respiratory muscle strength and functional capacity in patients with atrial fibrillation: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2016;30(12):1165 -1174.

Sähköinen

Airaksinen, T. 2009. Toiminnallisen opinnäytetyön kirjoittaminen. Toiminnallinen opinnäytetyö tekstinä. Viitattu 10.3.2017. www.slideshare.net/TiinaMarjatta/toiminnallinen-opinnytety-tekstin

Astma (online). 2000. Näytönastekatsaus. Hengityslihasten harjoittaminen ja syvä palleahengitys astman hoidossa. Astma Käypä hoito -suositustyöryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäri-seura Duodecim, 2000 (viitattu 14.12.2016). Saatavilla Internetissä: www.kaypahoito.fi

Bausek, N., Berlin, T. ja Aldarondo, S. 2016. The power and potential of respiratory muscle training. Respiratory equipment and devices exhibition magazine. ERS. Luettu 31.1.2017. www.pnmedical.com/wp-content/uploads/2016/10/potential-of-rmt.pdf

Hapella. 2016. WellO2. Viitattu 14.12.2016. <http://wello2.com/fi/>

Hapella. 2017a. Hoito. Viitattu 1.2.2017. <http://wello2.com/fi/wello2-hoito/>

Hengitysliitto. 2016. Astma. Viitattu 14.12.2016. www.hengitysliitto.fi/fi/hengityssairaudet/astma

Hengitä ja hengästy. 2015. Hengitysliitto. Luettu 23.1.2017. www.hengitysliitto.fi/sites/default/files/oppaat/hengitajahengasty.pdf

Hyvä tieteellinen käytäntö. 2012-2014. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Luettu 22.4.2017. www.tenk.fi/fi/htk-ohje/hyva-tieteellinen-kaytanto

Jantunen, J. 2014. Allergian ja astman kustannukset Suomessa vuonna 2011. 85/2014. Sosiaali- ja terveysturvan selosteita. Helsinki: Kela. Luettu 14.1.2017. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/136086/Selosteita85.pdf>

Liikunta (online). Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Käypä hoito -johtoryhmän asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2016. Viitattu 27.1.2017. www.kaypahoito.fi

Liikunta ja hengityselinten sairaudet (online). Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2016. Viitattu 11.1.2017. www.kaypahoito.fi

Mäkelä, M. Vaikuttavuus ja turvallisuus. Versio 1.0. HTA-opas. Päivitetty 28.1.2016. Helsinki: Terveiden ja hyvinvoinnin laitos; 2015. Viitattu 22.4.2017. www.thl.fi/fi/web/paatoksenteko-talous-ja-palvelujarjestelma/vaikuttavuus/terveydenhuollon-menetelmien-arviointi/hta-opas/vaikuttavuus

Rouvinen-Wilenius, P. 2008. Tavoitteena hyvä ja hyödyllinen terveystieteiden tutkimus. Kriteeristö aineiston tuotannon ja arvioinnin tueksi. Terveiden edistämisen keskus. Viitattu 18.2.2017. [HYPs://www.researchgate.net/profile/Paeivi_Rouvinen-Wilenius/publication/232569631_Tavoitteena_hyv_ja_hydyllinen_terveysaineisto/links/0912f508673a1366ae000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paeivi_Rouvinen-Wilenius/publication/232569631_Tavoitteena_hyv_ja_hydyllinen_terveysaineisto/links/0912f508673a1366ae000000.pdf)

SpiroTiger. 2017. Train your respiratory muscle system. Viitattu 10.1.2017. www.spirotiger.net/en

Steripolar. 2017. Hengitysharjoitustuotteet. Viitattu 23.1.2017. www.steripolar.fi/tuotteet/203-hengitysharjoitustuotteet

Tukes. 2012. Tuotteiden käyttöohjeet ja turvallista käyttöä koskevat merkinnät. Hahmo Design Oy. Viitattu 16.5.2016. www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tuotteiden_kaytto-ohjeet_opas.pdf

University of Mississippi Medical Center. Physical Exercise - Metaboreflex. Viitattu 29.1.2017. [www.umc.edu/Education/Schools/Medicine/Basic_Science/Physiology_and_Biophysics/Core_Facilities\(Physiology\)/Physical_Exercise_-_Metaboreflex.aspx](http://www.umc.edu/Education/Schools/Medicine/Basic_Science/Physiology_and_Biophysics/Core_Facilities(Physiology)/Physical_Exercise_-_Metaboreflex.aspx)

Julkaisematon

Hapella. 2017b. Kehitysjohdajan haastattelu. 12.1.2017. Espoo.

Kuviot

Kuvio 1: Hengityselimistö.....	9
Kuvio 2: Kertahengitystilavuus ja hengitystyö	20

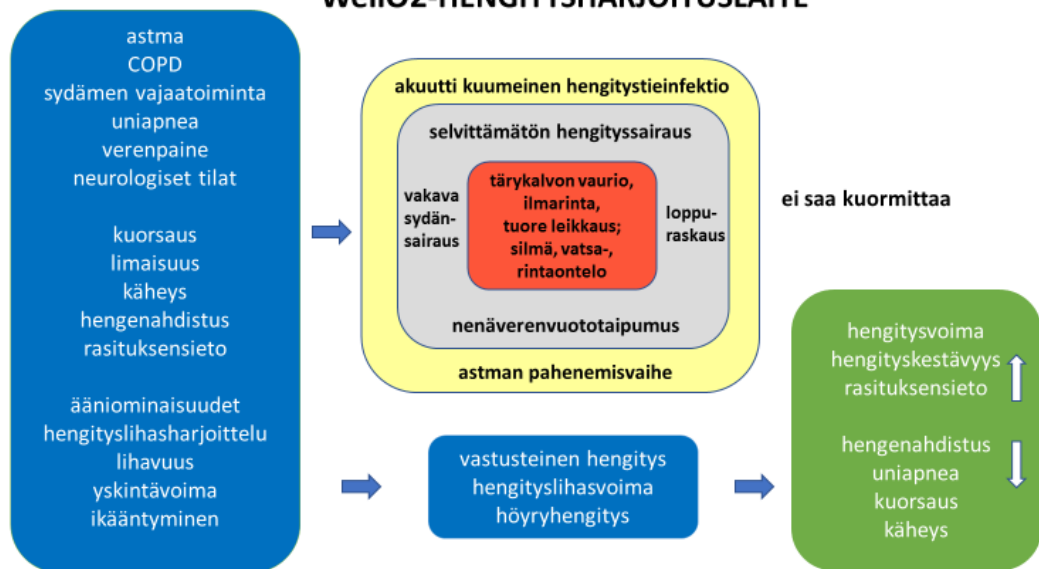
Liitteet

Liite 1: Tavallisimmat tutkimukset ja lyhenteet	39
Liite 2: WellO2-käyttöaiheita ja vasta-aiheita.....	40

Testi tai tutkimus	Kuvaus	Kuvastaa
PEF-puhallus	Astman perustutkimus ja hoidon seurannan apuväline kotona	Uloshengityksen huippuvirtaus alkuvaiheessa, riippuu hengityslisävoimasta
Dynaaminen spirometria	Ventilaatiofunktion perusmittaus laboratorio-oloissa	Ventilaatiokyky, uloshengitystilavuus
Virtaus-tilavuusspirometria	Virtaus- ja tilavuusrekisteröinti	Virtausdynamiikka sisään- ja uloshengityksen aikana
Bronkodilataatiokoe	Keuhkoputkia laajentava lääkekoe spirometrian yhteydessä	Obstruktion palautuvuus, tyypillisesti astmadiagnostiikassa
FEV1	1.sekunnin kohdalla mitattu uloshengityksen sekuntikapasiteetti	Paras yksittäinen ventilaatiokykyä kuvaava suure
FVC	Nopea vitaalikapasiteetti	Keuhkojen toiminnallinen tilavuus ja hengityspalkeen liikkuvuus
VC	Hidas vitaalikapasiteetti	Hengityspalkeen liikkeen maksimaalinen laajuus hitaasti hengitettäessä
PIF	Sisäänhengityksen huippuvirtaus	
PEF	Uloshengityksen huippuvirtaus	
MIF tai PImax	Sisäänhengityksen maksimipaine	Lihasvoiman arvioiminen keuhko- ja lihassairauksissa
MEF tai PEmax	Ulospuhalluksen maksimipaine	Lihasvoiman arvioiminen keuhko- ja lihassairauksissa
MVV	Tahdonalainen maksimaalinen ventilaatiokapasiteetti	Hengitysreservin arvioiminen rasituskokeessa, sisään- ja uloshengityksen dynaamiset rajoitukset, rintaontelon seinämäjäykkyyden tai hengityslihasten heikkouden aiheuttamat rajoitukset

Liite 1: Tavallisimmat tutkimukset ja lyhenteet
(Tikkanen 2011, Sovijärvi & Piirilä 2012, Piirilä 2013)

WellO2-HENGITYSHARJOITUSLAITE



Lähde: Opinnäytetyö Brofeldt & Reinikainen 2017

sivu 1/2

WellO2-KÄYTTÖAIHEET

Höyryhengitys

- ☐ hengitystie-infektion ehkäisy ja hoito
- ☐ kostutus
- ☐ limanpoisto
- ☐ lämpötilan säätäminen
- ☐ tuntemusten mukaan sisään- ja uloshengitystä toistaen

Vastusteen hengitys

- ☐ limanpoisto
- ☐ keuhko-rakkuloiden elvyttäminen hitailla puhalluksilla
- ☐ vastuksen säätäminen
- ☐ vrt. PEP-ohje

Hengityslivasharjoittelu

- ☐ toistojen määrä yksilöllinen kestävyys-harjoittelussa
- ☐ nopeus yksilöllisen tuntemuksen mukaan
- ☐ hyväkuntoisilla vaikutus lisääntyy nopeuden ja vastuksen kasvaessa

WellO2-VASTA-AIHEET

Uusi arvio, kun tilanne ohi

- ☐ akuutti kuumeinen tulehdus
- ☐ hengitystie-infektion aikana ei lihasvoima-harjoittelua
- ☐ astman pahenemisvaihe
- ☐ muu sairaus epätasapainossa

Lääkärin luo ohjaaminen

- ☐ selvittämätön sairaus tai hengenahdistus
- ☐ krooninen keuhkosairaus
- ☐ vakava sydän-sairaus
- ☐ tuore infarkti, keuhkoveritulp
- ☐ valtimon-pullistuma
- ☐ korkea verenpaine
- ☐ nenäveren-vuototaipumus
- ☐ epilepsia
- ☐ raskaus

Ehdoton vasta-aihe

- ☐ ilmarinta
- ☐ täräkalvon sairaus, vaurio
- ☐ tuore leikkaus (silma, vatsa-, rintaontelo)

Lähde: Opinnäytetyö Brofeldt & Reinikainen 2017

sivu 2/2

Liite 2: WellO2-käyttöaihteita ja vasta-aihteita